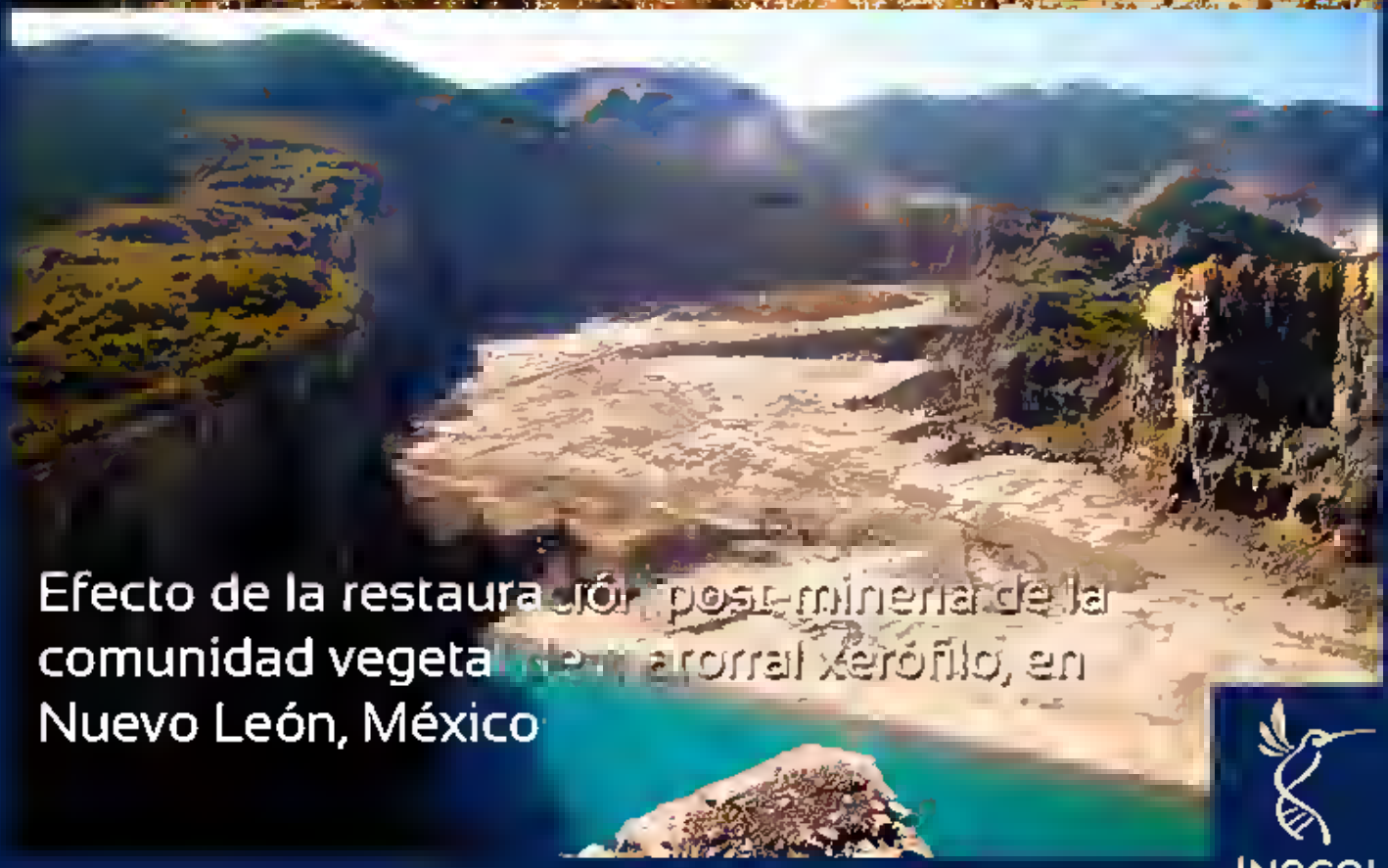
Número 120 • julio 2017 ISSN 2448-7589

ActaBotanicaMexicana



Efecto de la restauración post-minería de la comunidad vegetal en matorral xerófilo, en Nuevo León, México

INECOL
Instituto de Ecología, A.C.

Acta Botanica Mexicana

núm. 120 Julio 2017

comité editorial

Marie-Stéphanie Samain
Editor responsable

Jerzy Rzedowski Rotter
Editor fundador

Patricia Y. Mayoral Loera
Asistente editorial

Ivonne Zavala García
Asistente editorial

comité internacional

Sergio Archangelsky
Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Argentina

Ma. de la Luz Arreguín-Sánchez
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México

Henrik Balslev
Aarhus Universitet, Dinamarca

Antoine M. Cleef
Universiteit van Amsterdam, Holanda

Carlos Eduardo de Mattos Bicudo
Instituto de Botanica, Sao Paulo, Brasil

Miguel Equihua
Instituto de Ecología, A.C., México

Oswaldo Fidalgo
Instituto de Botanica, Sao Paulo, Brasil

John T. Mickel
The New York Botanical Garden, E.U.A.

Ken Oyama
Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, México

Manuel Peinado
Universidad de Alcalá, España

Peter H. Raven
Missouri Botanical Garden, E.U.A.

J. Vassal
Université Paul Sabatier, Francia

Alexander Vrijdaghs
University of Leuven, Bélgica

Stefan Wanke
Technische Universität Dresden, Alemania

editores asociados

Victor Bandala Muñoz
Instituto de Ecología, A.C., México

Asunción Cano Echevarría
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Paul Goetghebeur
Ghent University, Bélgica

Gilberto Ocampo Acosta
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México

Natalia Pabón Mora
Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Colombia

Daniel Piñero Dalmau
Instituto de Ecología, UNAM, México

Fernando Zuloaga
Instituto de Botánica Darwinion, Argentina

Acta Botanica Mexicana (ISSN 2448-7589) es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos de texto siempre y cuando se den los créditos correspondientes. La reproducción o traducción de artículos completos requiere el permiso de la institución que edita la revista. Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página abm.ojs.inecol.mx.

Acta Botanica Mexicana está actualmente incluida en los siguientes índices y bases de datos de literatura científica: Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Dialnet, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, Journal Citation Reports/Science Edition (con cálculo de factor de impacto), Latindex – Catálogo, RedALyC, SciELO Citation Index y Scopus.ducts Abstracts, Latindex y Seriunam.

Acta Botanica Mexicana, Núm. 120, julio 2017. Publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., a través del Centro Regional del Bajío. Editor responsable: Marie-Stéphanie Samain. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-062312171000-203, ISSN 2448-7589, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de título No. 13454, Certificado de Licitud de Contenido No. 11027, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Tel. +52 (434) 3 42 26 98. abm.ojs.inecol.mx.

Contenido

artículos de investigación

7 **Efecto de la restauración post-minería de la comunidad vegetal de matorral xerófilo, en Nuevo León, México**
Jonathan J. Marroquín-Castillo, Eduardo Alanís-Rodríguez, Javier Jiménez-Pérez, Oscar A. Aguirre-Calderón, José M. Mata-Balderas, Ernesto A. Rubio-Camacho, Alejandro Collantes Chávez-Costa

21 **Caracteres anatómicos y fitoquímicos del tallo y raíz de *Mammillaria uncinata* (Cactaceae)**
Sofía Loza-Cornejo, Xochitl Aparicio-Fernández, Rita Judit Patakfalvi, Greta Hanako Rosas-Saito

39 **Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México**
Tania Raymundo, Efraín Escudero-Leyva, Ricardo Soto-Agudelo, Jesus García-Jiménez, Leticia Romero-Bautista, Ricardo Valenzuela

59 **Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México**
Erika Pérez Mojica, Susana Valencia-A.

113 ***Ayenia grisea* (Malvaceae-Byttnerioideae), una especie nueva para México y validación de *Reevesia clarkii* (Sterculiaceae)**
Karina Machuca-Machuca

121 **Sinopsis del género *Axiniphyllum* (Asteraceae, Millerieae) endémico de México**
Alberto González-Zamora, José Luis Villaseñor

Contents

research articles

7 **Effect of post-mining restoration of the xerophytic scrub community, in Nuevo León, Mexico**
Jonathan J. Marroquín-Castillo, Eduardo Alanís-Rodríguez, Javier Jiménez-Pérez, Oscar A. Aguirre-Calderón, José M. Mata-Balderas, Ernesto A. Rubio-Camacho, Alejandro Collantes Chávez-Costa

21 **Anatomic and phytochemical characters of the stem and root of *Mammillaria uncinata* (Cactaceae)**
Sofía Loza-Cornejo, Xochitl Aparicio-Fernández, Rita Judit Patakfalvi, Greta Hanako Rosas-Saito

39 **New records of Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) of the cloud forest from the Sierra Alta Hidalguense in Mexico**
Tania Raymundo, Efraín Escudero-Leyva, Ricardo Soto-Agudelo, Jesus García-Jiménez, Leticia Romero-Bautista, Ricardo Valenzuela

59 **Preliminary study of the genus *Quercus* (Fagaceae) in Tamaulipas, Mexico**
Erika Pérez Mojica, Susana Valencia-A.

113 ***Ayenia grisea* (Malvaceae-Byttnerioideae), a new species for Mexico and validation of *Reevesia clarkii* (Sterculiaceae)**
Karina Machuca-Machuca

121 **Synopsis of the genus *Axiniphyllum* (Asteraceae, Millerieae) endemic to Mexico**
Alberto González-Zamora, José Luis Villaseñor

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

RESEARCH ARTICLES

Acta Botanica Mexicana 120: 7-20 Julio 2017

Artículo de investigación

Efecto de la restauración post-minería de la comunidad vegetal de matorral xerófilo, en Nuevo León, México

Effect of post-mining restoration of the xerophytic scrub community, in Nuevo León, Mexico

Jonathan J. Marroquín-Castillo[1,5], Eduardo Alanís-Rodríguez[1], Javier Jiménez-Pérez[1], Oscar A. Aguirre-Calderón[1], José M. Mata-Balderas[2], Ernesto A. Rubio-Camacho[3], Alejandro Collantes Chávez-Costa[4]

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México.
2 Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C., Carretera San Miguel-Huinalá 935, Tercer Piso, Local 384, Plaza Comercial Acanto, 66647 Apodaca, Nuevo León, México.
3 INIFAP CIR-Pacífico, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.
4 Universidad de Quintana Roo, División de Desarrollo Sustentable, Avenida Andrés Quintana Roo con calle 110 Sur s.n., 77600 Cozumel, Quintana Roo, México.
5 Autor para la correspondencia: jjmarroquincastillo@gmail.com

Citar como:
Marroquín-Castillo, J. J., E. Alanís-Rodríguez, J. Jiménez-Pérez, O. A. Aguirre-Calderón, J. M. Mata-Balderas, E. A. Rubio-Camacho, A. Collantes Chávez-Costa. 2017. Efecto de la restauración post-minería de la comunidad vegetal de matorral xerófilo, en Nuevo León, México. Acta Botanica Mexicana 120: 7-20. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1262

Recibido: 4 de septiembre de 2015.
Revisado: 11 de agosto de 2016.
Aceptado: 7 de febrero de 2017.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1262

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: Las estrategias de restauración tienen como objetivo favorecer la recuperación de los ecosistemas alterados, para lograr el restablecimiento de su estructura y funcionamiento naturales. La presente investigación evaluó la abundancia, dominancia, frecuencia y diversidad de especies en tres áreas de matorral espinoso tamaulipeco.

Métodos: Dos áreas fueron sometidas durante siete años (2000-2006) a procesos de aprovechamiento a cielo abierto. A una se le aplicaron técnicas de restauración y a la otra no, y se compararon con un área en la que no se tiene perturbación registrada llamada área referencia. En el año 2013 se establecieron 36 sitios de muestreo, 12 por cada una de las áreas cuyas dimensiones fueron de 100 m^2 (10 × 10 m), en las que se registraron los atributos ecológicos de las comunidades vegetales establecidas.

Resultados clave: En el área sin restaurar no se registró regeneración de la comunidad vegetal. La riqueza específica (S), índice de Margalef (D_{Mg}) e índice de Shannon (H') mostraron diferencias significativas entre el área restaurada y la de referencia (Valores medios S 4.75 y 8.25, D_{Mg} 0.87 y 1.80, H' 0.7 y 1.54, respectivamente), mientras que las variables de densidad, área de copa e índice de Pretzsch (A) no mostraron diferencias.

Conclusiones: Se concluye que la técnica de restauración activa, la cual consiste en el depósito de material rocoso y edáfico en el área, y su exclusión de actividades productivas, generan condiciones favorables para que la comunidad vegetal del matorral espinoso tamaulipeco se establezca teniendo similitud en la densidad y área de copa a un área de referencia en siete años.

Palabras clave: diversidad de especies, índice de Margalef, índice de Shannon, minería a cielo abierto.

Abstract:

Background and Aims: Restoration strategies promote the recovery of disturbed ecosystems in order to renew their natural structure and function. Our research evaluated the abundance, dominance, frequency, and diversity of species in three areas of Tamaulipan thornscrub.

Methods: Two areas were subject to opencast limestone mining over the course of seven years from 2000 to 2006. Restoration techniques were applied in one of the excavated areas, whereas this was not done in other. The third one, an undisturbed area, was used as the reference community. In 2013, we recorded ecological attributes of established plant communities in 36 preselected 100 m^2 (10 m × 10 m) sampling sites, 12 per site.

Key results: The area without restoration did not register regeneration within the vegetation. Species richness (S), Margalef index (D_{Mg}) and Shannon index (H') showed significant differences (mean values S 4.75 and 8.25, D_{Mg} 0.87 and 1.80, H' 0.7 and 1.54, respectively) between the restored and reference area while the variables of density, crown area, and Pretzsch index (A) were similar.

Conclusions: Based on the similarity in the density and crown area with a reference area, we conclude that active restoration techniques, involving deposition of rock and soil materials and exclusion of industrial activities, generate favorable conditions for the reestablishment of vegetation communities in Tamaulipan thornscrub in seven years.

Key words: diversity of species, Margalef index, opencast mining, Shannon index.

Introducción

Las zonas mineras representan alrededor de 1% de la superficie terrestre (Šálek, 2012), registrando en los últimos dos años un aumento superior a 13% (Lira et al., 2013). En el año 2012, 22% de las minas a cielo abierto se encontraban en América Latina y el Caribe y actualmente más de 85% de las grandes explotaciones planificadas de la región son a cielo abierto (David et al., 2013).

En México la minería es una industria floreciente. En la actualidad 7% de la extracción está representado por los productos de grava y arenas (INEGI, 2009). Para el estado de Nuevo León, las actividades de exploración se limitan a productos no metálicos, destacando las empresas productoras de yeso, barita, caliza y arcillas, entre otros (INEGI, 2011).

La minería a cielo abierto consiste en retirar la vegetación y el suelo y, cuando es necesario, la voladura de la roca madre para obtener acceso al recurso deseado. Esta actividad se desarrolla con frecuencia en espacios naturales cuyo valor paisajístico y ecológico se ven mermados por la severa alteración que reciben (Jorba y Vallejo, 2006). Cuando se concluye con las actividades de aprovechamiento, surge la necesidad de mitigar los daños ocasionados por estas y emprender acciones de restauración para revertir sus efectos de manera parcial (Batty, 2005; Boyer y Wratten, 2010; Biswas et al., 2013; Mata et al., 2014). Las prácticas más comunes son el establecimiento de material edáfico (Blanco y Lal, 2010), la exclusión del área (Meuser, 2012) y la revegetación (Werner et al., 2001). Como resultado del establecimiento de material edáfico y la exclusión del área de actividades productivas, se ve favorecido el establecimiento de las comunidades vegetales propias de las localidades (Zhao et al., 2012; Li et al., 2013).

En México, las actuaciones de restauración ecológica implementadas post-minería han sido escasamente evaluadas y su efectividad raramente documentada. Debido a este escaso conocimiento, aún no se ha determinado si estas prácticas son recomendadas.

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la efectividad del tratamiento de restauración ecológica a mediano plazo (siete años), en el matorral bajo procesos de aprovechamiento a cielo abierto de material calizo, en el noreste de México.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones de una pedrera con actividad minera a cielo abierto, la cual se localiza en las coordenadas 26°03'N, 99°44'O, con una altitud de 444 m, ubicado a 12 km al suroeste de la cabecera municipal de Cerralvo, Nuevo León, en el noreste de México (Fig. 1).

El área de estudio se ubica dentro de la Sierra de Picachos, considerada como una de las Regiones Prioritarias para la Conservación. La vegetación predominante es matorral espinoso tamaulipeco (MET). El clima del área corresponde al tipo semiárido, templado (BS1hw), con lluvias en verano, la temperatura media anual varía entre 21.3 y 27.4 °C. Los meses de mayor precipitación pluvial son septiembre y octubre, con un promedio anual de 596.6 mm (Pronatura e ITESM, 2002).

Diseño experimental

Durante siete años (2000-2006) se realizó la extracción de material calizo mediante procesos de voladuras a cielo abierto (fragmentación de roca) en una superficie de 85,580.00 m^2, resultando en un área de roca madre expuesta para el 2006. Derivado de lo anterior se eligió inducir la recuperación de material vegetal en una superficie de 23,520.00 m^2, utilizando como técnica la restauración activa. La restauración activa consistió en depositar material rocoso y edáfico (económicamente no aprovechable) compuesto de suelo aluvial y restos de impurezas de roca caliza silícea, resultantes de la separación de los conglomerados de roca caliza que fueron aprovechados. No fue necesaria la colocación directa de un banco de semillas externo a la zona, ya que el área de restauración colinda con un área de referencia, de la cual se presume que a partir de ella ocurrió la dispersión hídrica y eólica del material genético florístico que aterrizó, germinó y creció en el área. Esta área fue

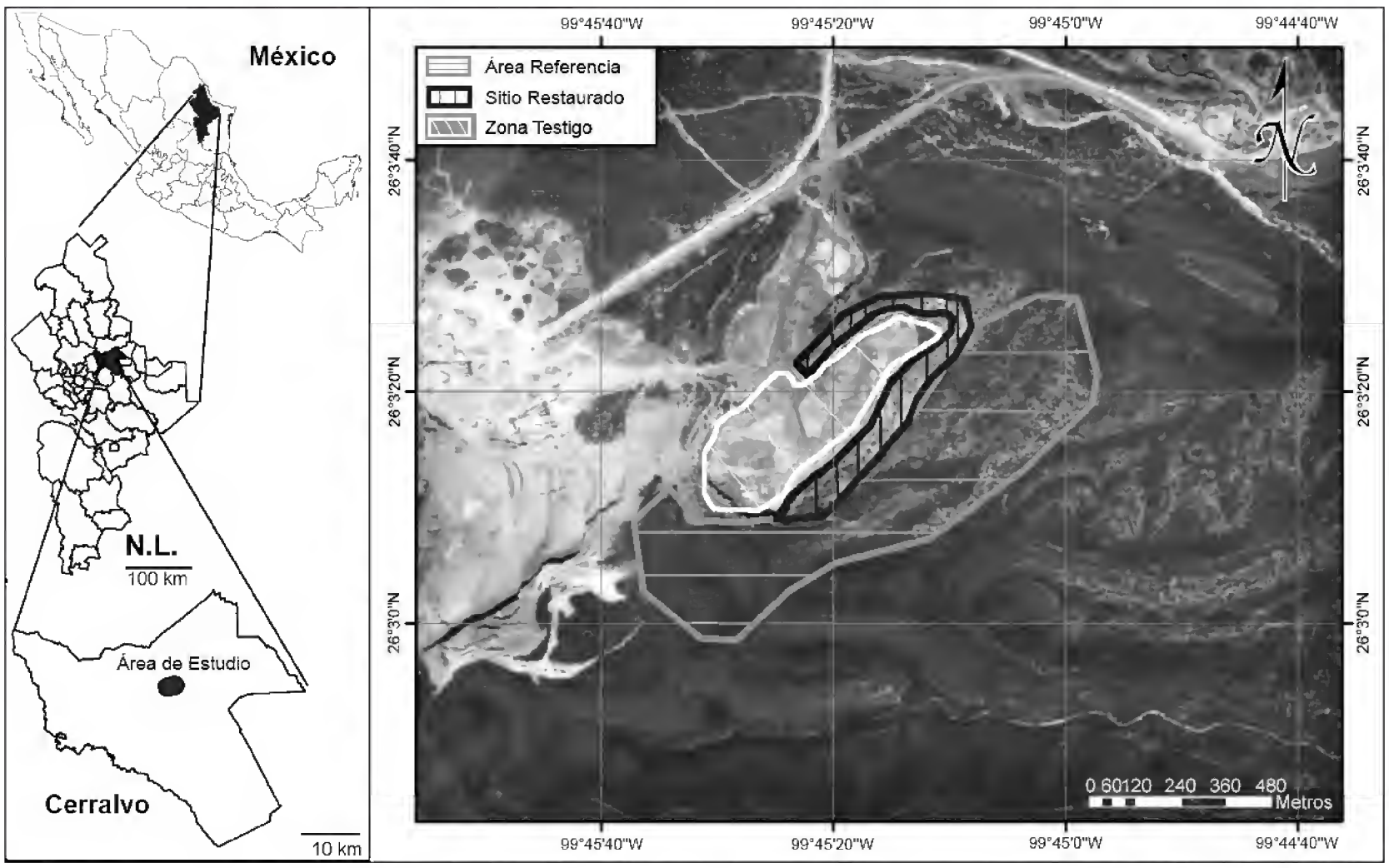


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

excluida mediante un cerco perimetral para evitar cualquier actividad productiva (principalmente la pecuaria).

Para determinar la efectividad del tratamiento se evaluó la composición florística y diversidad de tres áreas: 1) restaurada (RES), la cual fue aprovechada y posteriormente tratada con restauración activa (descrita anteriormente), 2) no restaurada (NRES), la cual fue aprovechada pero no restaurada y 3) referencia (REF), que fue una comunidad vegetal madura de matorral espinoso tamaulipeco, contigua a la mina sin perturbación registrada. No existe registro histórico de alguna actividad productiva que implicara remoción total o parcial de la vegetación (como ganadería, matarrasa, agricultura, etc.) en el área de referencia (REF). Además, se tiene la certeza que no se han desarrollado actividades que hayan causado algún tipo de perturbación, al menos desde que el área fue destinada a procesos de minería a cielo abierto hace más de 15 años (Fig. 2).

Siete años después de la actividad minera y de restauración (en septiembre de 2013) se establecieron 36 sitios de muestreo de 10 × 10 m (100 m^2), 12 en cada área, distribuidos aleatoriamente. Se realizó un censo de todas las especies vegetales (≥10 cm de altura). A cada individuo se le efectuaron mediciones dasométricas de altura total (h) y de diámetro de copa (d_{copa}). Las especies fueron identificadas por personal calificado de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Análisis de la vegetación

Para estimar la diversidad alfa se generó una curva de rarefacción (Oksanen et al., 2006). Esta curva, además de tomar en consideración el número de especies presentes, considera la abundancia relativa de cada uno de ellas en la comunidad. La rarefacción implica construir una curva suavizada de acumulación de especies mediante un remuestreo al azar de los datos. Se usó como variable independiente el número de individuos del conjunto de especies, y como variable dependiente su riqueza (Gotelli y Colwell, 2001).

La riqueza de especies se calculó como el número de especies presentes en el sitio (S); además, se utilizó el índice de Margalef (D_{Mg}). La diversidad, en términos del grado de heterogeneidad dentro de las especies, se calculó

Figura 2: Áreas evaluadas: 1. área de estudio sometida a procesos de fragmentación de roca; 2. área restaurada durante siete años (RES); 3. área no restaurada (NRES); 4. área de referencia (REF) caracterizada por la presencia de vegetación natural.

con el índice de Shannon-Weiner (H'). A continuación se describen dichos índices:

$$D_{Mg} = \frac{(s\text{-}1)}{\ln(N)}$$

$$H' = \sum_{i=1}^{s} p_i * \ln(p_i)$$

$$p_i = n_i / N$$

donde S es el número de especies presentes, N es el número total de individuos y n_i es el número de individuos de la especie i.

Para la caracterización de la estructura vertical de las especies se utilizó el índice de distribución vertical de especies (A) (Del Río et al., 2003; Pretzsch, 2009). Este índice A puede tomar como valor mínimo de 0 y un valor máximo (A_{max}) variable dependiendo de la comunidad. Un valor A=0 significa que el rodal está constituido por una sola especie que ocurre en un sólo estrato. A_{max} se alcanza cuando la totalidad de las especies ocurren en la misma proporción tanto en el rodal como en los diferentes estratos (Corral et al., 2005; Pretzsch, 2009). Para la estimación de distribución vertical de las especies, se definieron tres zonas de altura basado en Pretzsch (2009): zona I: 80%-100% de la altura máxima de la vegetación en el área, zona

II: 50%-80%, y zona III: de 0 a 50%. El índice *A* sirve para determinar la diversidad estructural en cuanto a la distribución vertical de las especies y se calcula con la siguiente fórmula:

$$A = -\sum_{i=1}^{s}\sum_{j=1}^{z} p_{ij} * \ln p_{ij}$$

donde *S*=número de especies presentes, *Z*=número de estratos de altura, p_{ij}=porcentaje de especies en cada zona, y se estima mediante la siguiente ecuación $p_{ij}=n_{ij}/N$; donde n_{ij}=número de individuos de la misma especie (*i*) en la zona (*j*) y *N*=número total de individuos.

Finalmente se utilizó el índice de valor de importancia ecológica por taxon (*IVI*) para detectar las especies más importantes en el área de estudio. Para esto se estimaron los parámetros ecológicos de abundancia (AR_i), dominancia (DR_i) y frecuencia (FR_i) relativas de cada especie (Magurran, 2004).

Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente ecuación:

$$A_i = {N_i}/{S}$$

$$AR_i = \left({A_i}/{\sum_{i=1...n} A_i}\right) * 100$$

donde A_i es la abundancia absoluta, AR_i es la abundancia relativa de la especie *i* respecto a la abundancia total, N_i es el número de individuos de la especie *i*, y *S* la superficie de muestreo (ha).

La dominancia relativa se evaluó mediante

$$D_i = {Ab_i}/{S(ha)}$$

$$DR_i = \left({D_i}/{\sum_{i=1...n} D_i}\right) * 100$$

donde D_i es la dominancia absoluta, donde DR_i es la dominancia relativa de la especie *i* respecto a la dominancia total, *Ab* el área de copa de la especie *i*, y *S* la superficie muestreada (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = {P_i}/{NS}$$

$$FR_i = \left({F_i}/{\sum_{i=1...n} F_i}\right) * 100$$

donde F_i es la frecuencia absoluta, FR_i es la frecuencia relativa de la especie *i* respecto a la frecuencia total, P_i es el número de sitios en la que está presente la especie *i* y *NS* el número total de sitios de muestreo.

El índice de valor de importancia (*IVI*) se definió como:

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3}$$

Análisis estadísticos

Para la comparación estadística de los índices de riqueza y diversidad de especies de las comunidades vegetales, se utilizó la prueba de t de Student con la adaptación de Welch para evitar la heterocedasticidad. Los análisis estadísticos y gráficos se realizaron con el uso del programa R v3.0.3 (R Development Core Team, 2011), mediante los paquetes doBy (Robison-Cox y Leidi, 2012) y R Studio v. 0.98, ggplot2 (Wickham y Chang, 2015).

Resultados y discusión

El área no restaurada (NRES) no registró regeneración de la comunidad vegetal y por ende los contrastes de hipótesis se llevaron a cabo para el área restaurada y referencia. Este resultado puede deberse a la exposición de la roca madre y la ausencia de material edáfico donde pudieran establecerse plántulas o rebrotes asociados a semillas y propágulos de la vegetación original. La disponibilidad del sitio, de semillas y propágulos, así como la de recursos (como la presencia de suelo) son factores que afectan los patrones de sucesión y regeneración de las comunidades vegetales en un sitio dado (Pikett y McDonnell, 1989).

Para el área restaurada y referencia, se registraron 38 especies, pertenecientes a 36 géneros y 20 familias

(Cuadro 1). La familia con mayor número de especies fue Fabaceae con nueve. Su presencia puede ser explicada por la tolerancia que este grupo presenta ante las condiciones de sequía edáfica características del área de estudio, ya que esta familia presenta valores más altos en el potencial hídrico del xilema al pre-amanecer y al mediodía, bajo condiciones de falta de agua, respecto a otras especies (Domínguez et al., 2013). Asimismo, su presencia está asociada a una baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo; diversos estudios sugieren que las condiciones desfavorables de hábitat propician su establecimiento (Pequeño et al., 2012).

Riqueza y diversidad de especies

La curva de rarefacción mostró valores similares de riqueza máxima esperada, el área de referencia no presentó asintonía debido a que existe una alta proporción de especies que tienen una baja abundancia relativa en la comunidad. Sin embargo, el área restaurada mostró la asintonía al registrar 870 individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies (Fig. 3).

La riqueza de especies (*S*) fue diferente entre el área restaurada y el área de referencia (t=2.72; $g.l.$=20.55; p=0.012) (Fig. 4). En el área de referencia se tiene la mayor

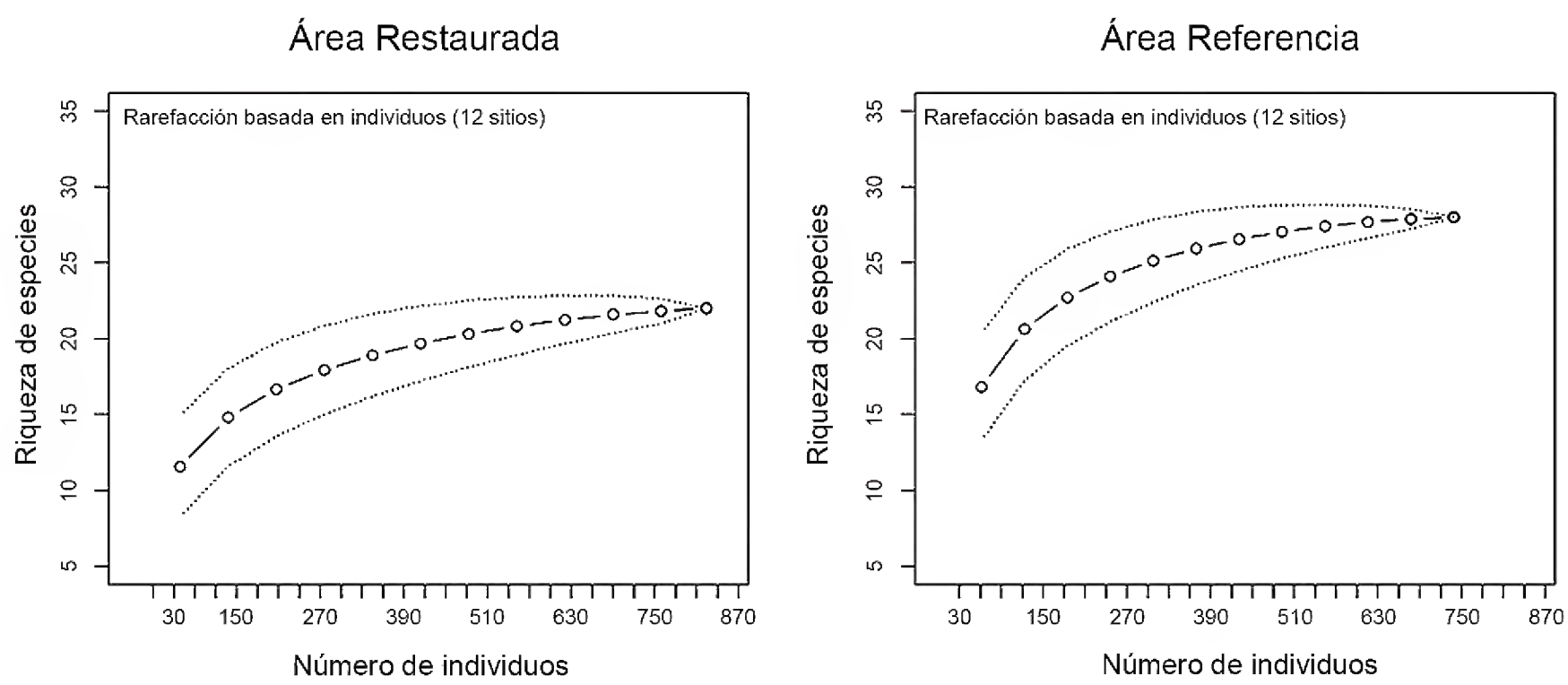


Figura 3: Curva de rarefacción de las especies en las dos áreas evaluadas.

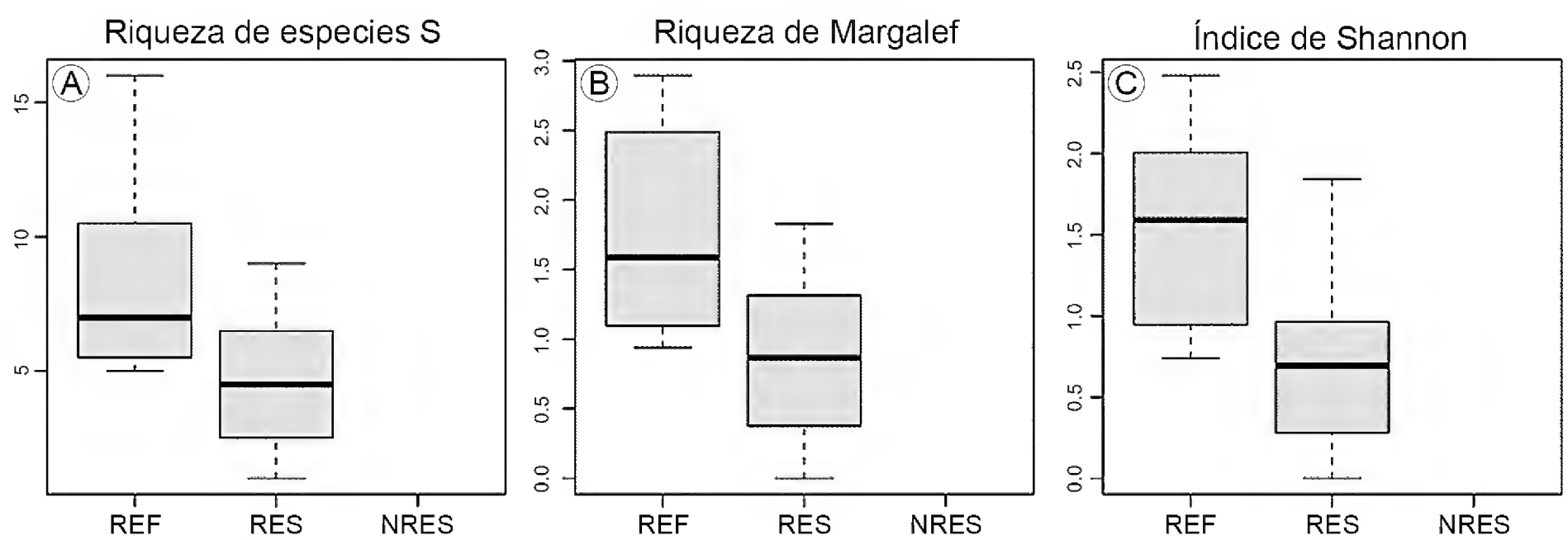


Figura 4: A. riqueza de especies; B. índice de Margalef; C. índice de Shannon de las áreas (referencia, restaurada y no restaurada) de estudio.

Cuadro 1: Familia, nombre científico y forma de crecimiento. Abundancia absoluta (número por hectárea), Dominancia (metros cuadrados por hectárea), Frecuencia absoluta (repeticiones por sitio de muestreo) e Índice de valor de importancia (*IVI*, porcentaje) para los tres sitios evaluados en el matorral espinoso tamaulipeco. La clasificación taxonómica sigue la propuesta de APG IV (2016).

Familia y nombre científico	Forma de crecimiento	Área Restaurada							Área Referencia						
		Abundancia		Dominancia		Frecuencia		*IVI*	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		*IVI*
		N/ha	Ar	m^2/ha	Dr	Abs.	Rel.		N/ha	Ar	m^2/ha	Dr	Abs.	Rel.	
Asparagaceae															
- *Yucca filifera* Chabaud	Arbórea	17	0.24	0.64	0.01	17	3.51	1.25	17	0.27	25.66	0.33	17	2.04	0.88
Asteraceae															
- *Brickellia veronicifolia* (Kunth) A. Gray.	Arbustiva	4550	66.3	5734	90.3	100	21.1	59.2	-	-	-	-	-	-	-
- *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob.	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	67	1.08	0.95	0.01	8	1.02	0.71
- *Haploesthes greggii A. Gray*	Arbustiva	133	1.94	9.82	0.15	25	5.26	2.45	-	-	-	-	-	-	-
Boraginaceae															
- *Cordia boissieri* A. DC.	Arbórea	33	0.49	25.74	0.41	17	3.51	1.47	167	2.7	1058	13.5	58	7.14	7.79
Ebenaceae															
- *Diospyros texana* Scheele	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	158	2.57	406.4	5.2	8	1.02	2.93
Fabaceae															
- *Acacia berlandieri* Benth.	Arbustiva	25	0.36	18.41	0.29	8	1.75	0.8	417	6.77	1120	14.3	33	4.08	8.39
- *Acacia farnesiana* (L.) Willd.	Arbustiva	108	1.58	20.66	0.33	25	5.26	2.39	17	0.27	121.8	1.56	17	2.04	1.29
- *Acacia rigidula* Benth.	Arbustiva	17	0.24	20.58	0.32	17	3.51	1.36	558	9.05	1592	20.4	92	11.1	13.6
- *Cercidium macrum* I.M. Johnst.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	33	0.54	106.2	1.36	17	2.04	1.31
- *Havardia pallens* (Benth.) Britton & Rose	Arbórea	17	0.24	18.93	0.3	8	1.75	0.77	17	0.27	9.9	0.13	8	1.02	0.47
- *Senna lindheimeriana* (Scheele) H.S. Irwin & Barneby	Arbustiva	267	3.88	141.9	2.22	25	5.26	3.79	-	-	-	-	-	-	-
- *Parthenium incanum* Kunth	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	167	2.7	100.4	1.28	25	3.06	2.35
- *Prosopis glandulosa* Torr.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	8	0.14	121	1.55	8	1.02	0.9
- *Sophora secundiflora* (Ortega) Lag. ex DC.	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	150	2.44	155.8	1.99	25	3.06	2.5
Loasaceae															
- *Cevallia sinuata* Lag.	Arbustiva	317	4.61	24.14	0.38	17	3.51	2.83	58	0.95	7.17	0.09	17	2.04	1.03
Malvaceae															
- *Abutilon dugesii* S. Watson	Arbustiva	142	2.06	88.84	1.39	42	8.77	4.08	75	1.22	28.86	0.37	33	4.08	1.89
- *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke	Herbácea	8	0.12	0.59	0.01	8	1.75	0.63	-	-	-	-	-	-	-
- *Meximalva filipes* (A. Gray) Fryxell	Arbustiva	67	0.97	25.58	0.4	42	8.77	3.38	33	0.54	7.92	0.1	8	1.02	0.55
- *Waltheria indica* L.	Arbustiva	100	1.46	4.93	0.08	25	5.26	2.27	-	-	-	-	-	-	-
Oleaceae															
- *Forestiera angustifolia* Torr.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	17	0.27	8.38	0.11	17	2.04	0.81
Passifloraceae															
- *Turnera diffusa* Willd. ex Schult.	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	142	2.3	15.65	0.2	8	1.02	1.17

Cuadro 1: Continuación.

Familia y nombre científico	Forma de crecimiento	Área Restaurada							Área Referencia						
		Abundancia		Dominancia		Frecuencia		*IVI*	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		*IVI*
		N/ha	Ar	m^2/ha	Dr	Abs.	Rel.		N/ha	Ar	m^2/ha	Dr	Abs.	Rel.	
Poaceae															
- *Aristida adscensionis* L.	Herbácea	383	5.58	19.09	0.3	8	1.75	2.55	-	-	-	-	-	-	-
- *Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd.	Herbácea	17	0.24	1.84	0.03	8	1.75	0.68	-	-	-	-	-	-	-
- *Melinis repens* (Willd.) Zizka	Herbácea	358	5.22	44.67	0.7	8	1.75	2.56	-	-	-	-	-	-	-
Primulaceae															
- *Anagallis arvensis* L.	Herbácea	8	0.12	0.05	0	8	1.75	0.63	-	-	-	-	-	-	-
Rhamnaceae															
- *Condalia hookeri* M.C. Johnst.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	175	2.84	2.89	0.04	25	3.06	1.98
- *Rhamnus humboldtiana* Willd. ex Schult.	Arbustiva	83	1.21	45.17	0.71	17	3.51	1.81	492	7.98	177.1	2.26	50	6.12	5.46
Rubiaceae															
- *Randia laetevirens* Standl.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	25	0.41	25.18	0.32	25	3.06	1.26
Rutaceae															
- *Decatropis bicolor* (Zucc.) Radlk.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	317	5.14	169.3	2.16	33	4.08	3.78
- *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	383	6.22	1196	15.3	75	9.18	10.2
Sapindaceae															
- *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.	Arbustiva	150	2.18	92.08	1.45	8	1.75	1.8	-	-	-	-	-	-	-
Sapotaceae															
- *Sideroxylon lanuginosum* Michx.	Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	167	2.71	546.6	6.99	33	4.08	4.59
Scrophulariaceae															
- *Leucophyllum frutescens* (Berland.) I.M. Johnst.	Arbustiva	25	0.36	9.58	0.15	17	3.51	1.34	608	9.88	411.6	5.26	75	9.18	8.11
Solanaceae															
- *Lycium berlandieri* Dunal	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	17	0.27	25.66	0.33	17	2.04	0.88
Verbenaceae															
- *Aloysia macrostachya* (Torr.) Moldenke	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	92	1.49	9.75	0.12	17	2.04	1.22
- *Lippia graveolens* Kunth	Arbustiva	42	0.61	6.66	0.1	25	5.26	1.99	1750	28.4	317.5	4.06	50	6.12	12.9
Zygophyllaceae															
- *Porlieria angustifolia* (Engelm.) A. Gray	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	33	0.54	51.31	0.66	17	2.04	1.08
SUMA		6867	100	6354	100	475	100	100	6160	100	7819	100	816	100	100

riqueza de especies en comparación con el área restaurada con 8.167±3.433 y 4.750±2.701 respectivamente (Promedio ± Desvest). El índice Margalef (D_{Mg}) fue distinto para estas dos áreas (t=3.34; $g.l.$=20.50; p=0.003), siendo mayor en el área referencia (1.78±0.73), en comparación con el área restaurada (0.87±0.58). Así como en nuestro estudio, otros (Mata et al., 2014) han demostrado que las acciones de restauración activa resultan ser efectivas en términos de recuperación de la riqueza de especies en comparación con las acciones de restauración pasiva.

El índice de diversidad Shannon-Weiner fue bajo en el área restaurada con relación al área referencia (t=3.66; $g.l.$=21.89; p=0.001); el área restaurada mostró valores de 0.69±0.54, mientras que el área referencia 1.54±0.58. Esta diferencia puede ser explicada debido a la abundancia de la especie *Brickellia veronicifolia* (Kunth) A. Gray. con un gran número de individuos de una sola especie. Con respecto a otros estudios, tanto los valores de diversidad del área restaurada como la referencia mostraron valores de diversidad inferiores a los reportados por Mora et al. (2013) para un MET caracterizado en la región. De manera similar, en un estudio que evaluó la regeneración después de agricultura y matarrasa, Jiménez et al. (2013) observaron una mayor diversidad de especies que la reportada en este trabajo. A pesar de esto los valores de diversidad del presente estudio demuestran valores superiores a los reportados por Pequeño et al. (2012) para una zona de regeneración pasiva después de la ganadería.

Distribución vertical

Tanto el área referencia como la restaurada presentaron similitud en la distribución vertical de especies, cuyos valores de A=2.7 y 2.0, respectivamente, no arrojaron diferencias estadísticas (t=0.84; $g.l.$=21.36; p=0.410). El área referencia mostró valores promedios de A 1.7 y A_{max} 3.1 y en el área restaurada se registraron valores de A y A_{max} en 1.5 y 2.5, respectivamente. Estos valores indican que las comunidades vegetales de las dos áreas presentan poca diversidad en la distribución vertical de especies, mostrando la predominancia del estrato bajo. En el área referencia, *Acacia rigidula* Bent. y *Cordia boissieri* A. DC. se encuentran en los tres estratos, con mayor presencia en el I y II (alto y medio) y presencia mínima en el III (bajo), caso contrario a *Lippia graveolens* Kunth., la cual tiene mayor presencia en el estrato bajo. Sánchez et al. (2011) señalan que *L. graveolens* es una especie abundante en el matorral bajo espinoso y matorral alto subinerme. Se trata de una especie con amplio rango de distribución y con gran adaptabilidad debido a su elevada plasticidad, tolerancia ecológica y marcadas diferencias, incluso estructurales, condicionadas por la heterogeneidad ambiental de los hábitats en los que se establece, observada a través de la variabilidad de los factores externos a los que se expone.

Las comunidades vegetales presentan un bajo porcentaje de individuos en los estratos altos. El área referencia tiene una altura máxima de 5 m, con presencia de 0.8% de los individuos, y el área restaurada alcanza los 2.74 m, con 4.5% de los individuos. La dominancia de los estratos bajo y medio registrada en el sitio restaurado puede deberse a la densidad de *Brickellia veronicifolia* (96%) y a que esta especie facilita el establecimiento de las especies presentes en los demás niveles (Cuadro 2).

Indicadores ecológicos

La abundancia de los individuos fue diferente entre el área restaurada y el área de referencia (t=0.44; $g.l.$=21.88; p=0.661). El primero mostró los valores más altos de abundancia de especies (6867±3723 N/ha), seguido por el área de referencia (6160±4011 N/ha). Esto puede ser explicado por los patrones de abundancia y dominancia característicos de las primeras etapas sucesionales, donde los individuos de pioneros tienen una alta abundancia.

Cuadro 2: Distribución vertical (Pretzsch) de las especies en las áreas (referencia y restaurada) de estudio.

Índice de Pretzsch			
Zona Referencia			
Estrato	Altura (Porcentaje)	Individuos (Total)	Porcentaje (%)
I	5 m (100%)	6	0.8
II	4 m (80%)	62	8.4
III	2.5 m (50%)	672	90.8
	Total	740	100
Zona Restaurada			
Estrato	Altura (Porcentaje)	Individuos (Total)	Porcentaje (%)
I	2.74 m (100%)	37	4.5
II	2.19 m (80%)	177	21.5
III	1.37 m (50%)	610	74.0
	Total	824	100

La dominancia (cobertura foliar) presentó similitud estadística entre las dos áreas (t=0.572; $g.l.$=14.05; p=0.576; AR=7815±1621 m^2/ha y SR=6353±3723 m^2/ha).

No existe diferencia estadística en las áreas evaluadas para los parámetros ecológicos de abundancia y dominancia, debido a la presencia de *Brickellia veronicifolia*, la cual tiene una alta existencia en el área restaurada, presentando altos valores de densidad pero no alta cobertura. La densidad de las dos áreas evaluadas es superior a lo reportado por Mora et al. (2013a) y Canizales et al. (2009), quienes realizaron caracterizaciones estructurales de comunidades maduras del matorral espinoso tamaulipeco y del matorral submontano, respectivamente. No obstante, la cobertura del área foliar fue menor a lo reportado por los autores antes mencionados.

En cuanto a la frecuencia relativa a nivel especie para el área restaurada, *Brickellia veronicifolia* (presente en todos los sitios), *Abutilon dugesii* S. Watson., *Meximalva filipes* (A. Gray) Fryx. y *Senna lindheimeriana* (Scheele) H.S. Irwin & Barneby representan 38% del total para este sitio de muestreo. En el área de referencia, *Acacia rigidula, Leucophyllum frutescens* (Berland.) I.M. Johnst y *Zanthoxylum fagara* (L) Sarg. corresponden a una tercera parte de la presencia de especies para esta área (Cuadro 1).

En el área restaurada, la especie con mayor valor de importancia es *Brickellia veronicifolia* con 59%, seguida por *Abutilon dugesii* y *Senna lindheimeriana* con 4.08% y 3.79%, respectivamente; estas especies suelen estar asociadas a áreas muy perturbadas. Estos resultados son similares a los registrados por Díaz et al. (2005) en una mina contaminada por metales pesados en el estado de Zacatecas. En el área referencia, las especies con mayor peso ecológico fueron *Acacia rigidula, Lippia graveolens* y *Zanthoxylum fagara* con 13.55%, 12.87% y 10.23% (Fig. 5). Estos resultados corroboran lo mencionado por Estrada et al. (2011) y Mora et al. (2013b), en el cual señalan a estas especies como pioneras en los matorrales del Noreste de México.

La especie *Brickellia veronicifolia* es una planta arbustiva de la familia Asteraceae y una pionera no característica de alguna fase sucesional del MET (Alanís et al., 2013; Jiménez et al., 2013); ha sido reportada para el estado de Nuevo León del matorral submontano (Estrada et al., 2011) y del matorral xerófilo y de bosques de encino del Parque Nacional Cumbre de Monterrey (Estrada et al., 2013). Los resultados en esta investigación concuerdan con los reportados por Carrillo y González (2006), Hernández et al. (2009) y Ortega (2012), quienes señalan a esta especie como importante en áreas regeneradas después de actividades mineras. Su alta presencia se debe a que se desarrolla bien sobre lutita y caliza, y es pionera en ecosistemas degradados por actividades mineras, debido a sus sistemas de raíces profundas, las cuales pueden establecerse sobre suelos pobres y altamente rocosos. Otra estrategia evolutiva es su gran cantidad de semillas pequeñas con cerdas plumosas, estas últimas características de diásporas con dispersión pogonócora (Martínez et al., 2012), que les confiere una alta eficiencia a la dispersión en largas distancias (Cain et al., 2012). Asimismo, *Brickellia veronicifolia* pierde la parte aérea en los períodos críticos del año (hemicriptófita), lo que le permite adaptarse a las condiciones de carencia de agua y escapar de factores que ponen en peligro su supervivencia en estos hábitats (Franco, 2005). Carrillo y González (2006) determinaron que es una especie que acumula altas concentraciones de cadmio, plomo, zinc y cobre, lo que facilita su establecimiento en áreas contaminadas con estos elementos característicos de zonas de explotación minera. Lo anterior resulta altamente nocivo para otras especies las cuales no los asimilan e interfieren en las funciones fotosintéticas (Abrol et al., 1993; Kastori et al., 1998) de absorción de nutrientes (Woolhouse, 1983), en su crecimiento y supervivencia.

Díaz et al. (2005) señalan que la familia Asteraceae tiende a establecer asociaciones (especies herbáceas, arbustivas, entre otras) para ayudar a restablecer la fertilidad del suelo y acelerar la sucesión ecológica, lo cual se muestra en el presente trabajo con la representatividad registrada en el área restaurada. Estrada et al. (2011) mencionan que la asociación que existe entre las especies en el área referencia es de porte bajo y mediano, entre 1 y

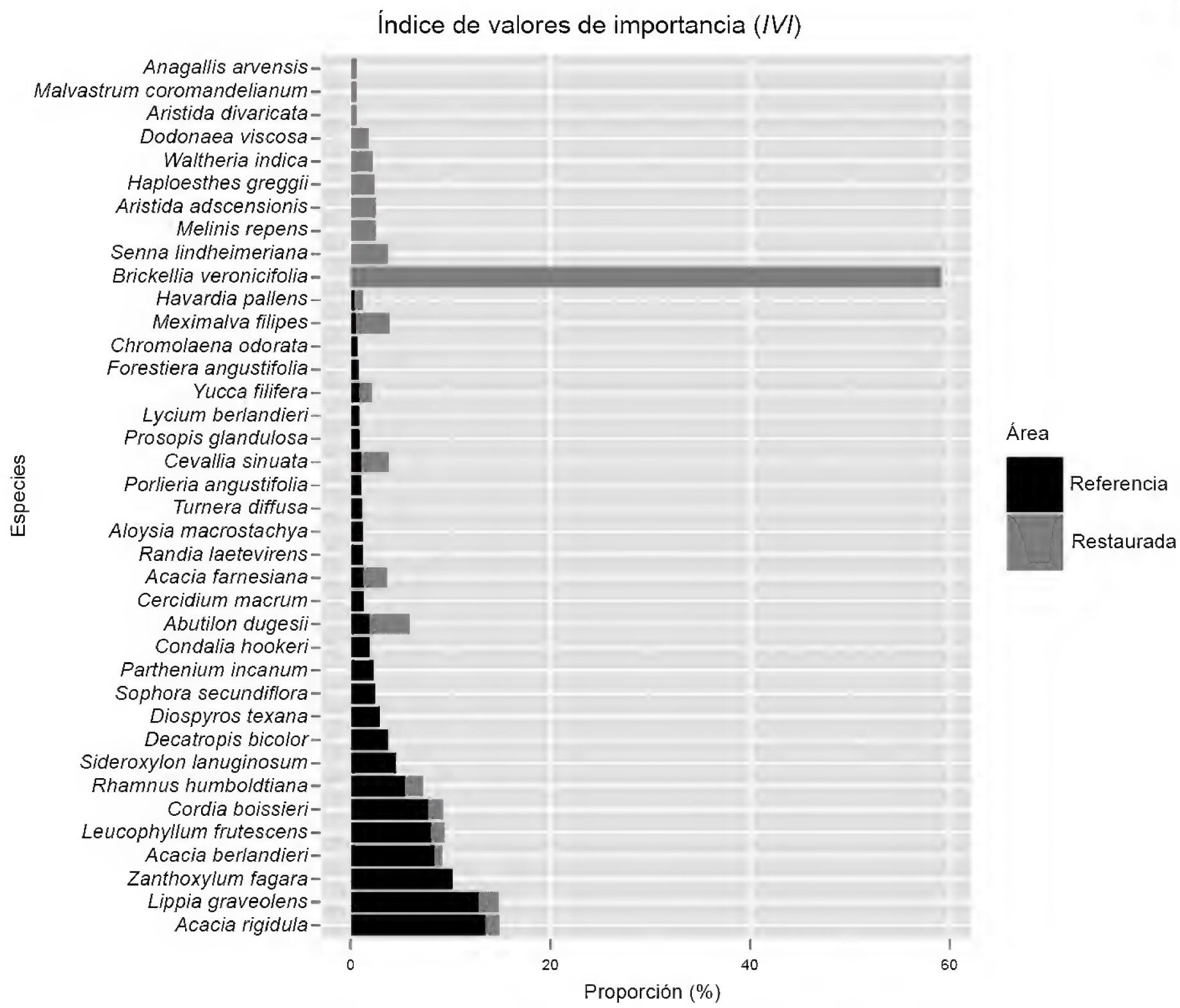


Figura 5: Índice de valor de importancia de las especies en las áreas (referencia y restaurada) de estudio.

≤2.5 m de altura, común para el MET distribuido principalmente en la parte centro-norte del estado.

Conclusiones

Con los resultados de la presente investigación se concluye lo siguiente: 1) La restauración activa en áreas sujetas a explotación de material calizo mediante la técnica de voladuras, con el depósito de material rocoso y edáfico, y su exclusión de actividades productivas, genera condiciones favorables para el establecimiento de comunidades vegetales que favorecen la regeneración del MET, 2) La familia con mayor presencia en el área restaurada fue Fabaceae, debido a la tolerancia que este grupo presenta ante las condiciones de sequía edáfica, a sus valores altos en el potencial hídrico del xilema, y a que se desarrolla en suelos con baja disponibilidad de nitrógeno, 3) El índice de Pretzsch confirma la existencia de dos estratos en las comunidades vegetales, la cobertura de las especies que se están regenerando, y de las especies vegetales maduras, 4) La especie *Brickellia veronicifolia* de la familia Asteraceae es la de mayor representatividad en el área restaurada, y por su alta tolerancia a la presencia de metales pesados, puede ser utilizada en la restauración de zonas sometidas a la explotación minera.

La presente investigación proporcionó datos cuantitativos sobre la restauración pasiva en un área post-minería a cielo abierto en el MET, generando información fitosociológica de la comunidad vegetal y elementos cuantitativos que servirán de base para futuros programas de manejo, restauración y rehabilitación del ecosistema.

Contribución de los autores

JMC, EAR, y JMB coincidieron y diseñaron el estudio. JMC, ERC y ACC realizaron y redactaron los análisis, cuadros y gráficos. EAR, JJP, OAC y JMB contribuyeron a la adquisición y a la interpretación de datos. JMC escribió el manuscrito con ayuda de EAR, JMB, ERC y ACC. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la empresa Gestión Estratégica y Manejo Ambiental, S.C. (GEMA, S.C), la cual coordinó y financió las actividades de campo. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología proporcionó la beca de maestría al primer autor.

Agradecimientos

Agradecimiento especial para el departamento de gestoría y proyectos ambientales de la empresa Gestión Estratégica y Manejo Ambiental, S.C. (GEMA, S.C.), al personal del mismo por el tiempo invertido y por la valiosa aportación brindada en el presente estudio, así como al personal técnico de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL.

Literatura citada

Abrol, Y. P., P. Monhanty y G. Govindjee. 1993. Photosynthesis: Photoreactions to plant productivity. Springer science + business media, B.V. New York, USA. 601 pp. DOI: http://dx.doi.org/ 10.1007/978-94-011-2708-0

Alanís, E., J. Jiménez, M. A. González, J. I. Yerana, L. G. Cuellar y A. Mora-Olivo. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. Phyton, Revista Internacional de Botánica Experimental 82: 185-191.

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1-20. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/boj.12385

Batty, L. C. 2005. The potential importance of mine sites for biodiversity. Mine Water and the Environment 24(2): 101-103. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s10230-005-0076-0

Biswas, C. K., P. Mishra y A. Mukherjee. 2013. Floral diversity in sites deranged by opencast mining in Sonepur Bazari of Raniganj coalfield area, West Bengal. Journal of Applied and Pure Biology 28(2): 265-273.

Blanco, H y R. Lal. 2010. Principles of Soil Conservation and Management. Springer. Berlin, Germany. 256 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8709-7

Boyer, S. y D. Wratten. 2010. The potential of earthworms to restore ecosystem services after opencast mining-A review. Basic and Applied Ecology 11(3): 196-203. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.005

Cain, M. L., B. Milligan y A. Strand. 2012. Long-distance seed dispersal in plant populations. American Journal of Botany 87(9): 1217-1227.

Canizales, P. A., E. Alanís-Rodríguez, R. Aranda-Ramos, M. Mata-Balderas, J. Jiménez-Pérez, G. Alanís-Flores, J. Uvalle-Sauceda y M. Ruiz-Bautista. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 15(2): 115-120.

Carrillo, R. y C. M. González. 2006. Metal accumulation in wild plants surrounding mining wastes. Environmental Pollution 144(1): 84-92. DOI: 10.1016/j.envpol.2006.01.006.

Corral, J., O. Aguirre, J. Jiménez y S. Corral. 2005. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. Investigación Agraria. Sistemas de Recursos Forestales 14(2): 217-228.

David, H., J. Rosales y P. Ouboter. 2013. Gestión del impacto de la explotación minera a cielo abierto sobre el agua dulce en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo, Unidad de Salvaguardias Ambientales, Nota

técnica # IDB-TN-520. 40 pp. http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/37577832.pdf (consultado marzo de 2013).

Del Río, M., F. Montes, I. Cañellas y G. Montero. 2003. Índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales 12(1): 159-176.

Díaz, G. L. M., O. A. Díaz, G. R. Carrillo y C. M. González. 2005. Plantas que se desarrollan en áreas contaminadas con residuos mineros. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 161 pp.

Domínguez, G. T., H. González, R. Ramírez, E. Estrada, I. Cantú, M. Gómez, J. Villarreal, S. Alvarado y G. Alanís. 2013. Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 4(17): 106-122.

Estrada, C. E., J. Villareal, E. Jurado, C. Cantú, M. García, J. Sánchez, J. Jiménez y M. Pando. 2011. Clasificación, estructura y diversidad del matorral sub-montano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. Botanical Sciences 90(1): 37-52.

Estrada, C. E., J. Villarreal, M. Salinas, H. Rodríguez, J. Jiménez y M. García. 2013. Flora and phytogeography of Cumbres de Monterrey National Park, Nuevo León, Mexico. Journal of the Botanical Research, Institute of Texas 7(2): 771-801.

Franco, I. M. G. 2005. Estrategias de colonización de las plantas, para la restauración de jales de mina, en la Sierra de Catorce, SLP. Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. pp. 1-19.

Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4: 379-391. DOI: http://dx.doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x

Hernández, A. E., R. E. Mondragón, D. Cristobal, J. E. Rubiños y E. Robledo. 2009. Vegetación, residuos de mina y elementos potencialmente tóxicos de un jal de Pachuca, Hidalgo, México. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 15(2): 109-114.

INEGI. 2009. Anuario estadístico de la Minería Mexicana. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. 100 pp.

INEGI. 2011. Panorama minero del estado de Nuevo León. Servicio geológico mexicano. Coordinación general de minería. Nuevo León, México. 57 pp.

Jiménez, J., E. Alanís, M. A. González, O. A. Aguirre y E. J. Treviño. 2013. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. The Southwestern Naturalist 58(3): 299-304. DOI: http://dx.doi.org/10.1894/0038-4909-58.3.299

Jorba, M. y R. Vallejo. 2006. La restauración ecológica en minería: El proyecto EcoQuarry. Cemento Hormigón 891: 16-23.

Kastori, R., M. Plesnicár, Z. Sakae, D. Pankovic y I. Arsenijevic-Maksimovic. 1998. Effect of excess lead on sunflower growth and photosynthesis. Journal of Plant Nutrition 21: 75-85. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/01904169809365384

Li, J., Y. Zheng, J. Yan, H. Li, X. Wang, J. He y G. Ding. 2013. Effects of different regeneration scenarios and fertilizer treatments on soil microbial ecology in reclaimed opencast mining areas on the Loess Plateau, China. PLOS ONE 8(5), e63275. DOI: http://dx.doi.org/10.1371/annotation/35e79a01-ad03-4e96-85e6-5def25d96581

Lira, C., C. Payan, I. Restrepo y L. Angulo. 2013. El auge de la minería… nos enseña el cobre. La Jornada Ecológica, número especial. www.jornada.unam.mx/2013/04/08/eco-cara.html

Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell. Cambridge, USA. 256 pp.

Martínez, O. Y., S. Castillo, M. Hernández, M. Guadarrama y A. Orozco. 2012. Seed rain after fire in a xerophytic shrubland. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 447-457.

Mata, M., E. J. Treviño, J. Jimenez, O. A. Aguirre, E. Alanís y R. Foroughbakhch. 2014. Prácticas de rehabilitación en un ecosistema semiárido afectado por el establecimiento de un banco de material, en el noreste de México. Ciencia UAT 8(2): 32-43.

Meuser, H. 2012. Rehabilitation of soil in mining and raw material extraction areas. Soil remediation and rehabilitation. Environmental Pollution 23: 37-126. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-5751-6_3

Mora, C. A., J. Jiménez, E. Alanís, E. Rubio, I. Yerena y M. A. González. 2013a. Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(4): 124-137.

Mora, C. A., E. Alanís, J. Jiménez, M. A. González, J. I. Yerena y L. G. Cuellar. 2013b. Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. Ecología Aplicada 12(1): 29-34.

Oksanen, J., G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs y H. Wagner. 2006. Vegan: Community Ecology Package. http://cran.r-project.org

Ortega, N. B. 2012. Asociación entre la fracción bioaccesible y la bioacumulación en algunas especies vegetales que crecen en el cauce del arroyo de San Pedro. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 182 pp.

Pequeño, L. M., E. Alanís, J. Jiménez, M. A. González, I. Yerena, L. G. Cuellar y A. Mora. 2012. Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. Ciencia UAT 24(2): 48-53.

Pikett, S. T. A. y M. J. McDonnell. 1989. Changing perspectives in community dynamics: a theory of successional forces. Trends Ecology & Evolution 4(8): 241-245. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(89)90170-5

Pretzsch, H. 2009. Forest dynamics, growth and yield. From Measurement to Model. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 664 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88307-4

Pronatura e ITESM. 2002. Programa de manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Cerro Picachos, Nuevo León. Pronatura Noreste, A.C., Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. http://www.R-project.org/

Robinson-Cox, J. y A. A. Leidi. 2012. Groupwise summary statistics, general linear contrasts, population means (Least-squaresmeans), and other utilities. R package version 4.5-5.

Šálek, M. 2012. Spontaneous succession on opencast mining sites: implications for bird biodiversity. Journal of Applied Ecology 49(6): 1417-1425. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02215.x

Sánchez, R. G., F. Quezada, M. Lara y L. Perez. 2011. Parámetros ambientales y abundancia del orégano mexicano (*Lippia graveolens*) en el estado de Tamaulipas. Ciencia UAT 6(1): 24-31.

Werner, C., A. S. Clemente, P. M. Correia, P. Lino, C. Máguas, A. I. Correia y O. Correia. 2001. Restoration of disturbed areas in the Mediterranean-a case study in a limestone quarry. Sustainable Land Use in Deserts. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 463 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-59560-8_39

Wickham, H. y W. Chang. 2015. Ggplot2: An implementation of the Grammar of Graphics. Springer-Verlag. New York, USA. http://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html

Woolhouse, H. W. 1983. Toxicity and tolerance in the responses of plants to metals. In: Lange, O. L., S. Nobel, C. B. Osmondy, H. Ziegler (eds.). Physiological Plant Ecology III, Vol. 12, Serre C. Springer. Berlin, Germany. pp. 245-300. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-68153-0_8

Zhao, Z., Z. Bai, Z. Zhang, D. Guo, J. Li, Z. Xu y Z. Pan. 2012. Population structure and spatial distributions patterns of 17 years old plantation in a reclaimed spoil of Pingshuo opencast mine, China. Ecology Engineering 44: 147-151. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.03.018

Acta Botanica Mexicana 120: 21-38 Julio 2017

Artículo de investigación

Caracteres anatómicos y fitoquímicos del tallo y raíz de *Mammillaria uncinata* (Cactaceae)

Anatomic and phytochemical characters of the stem and root of *Mammillaria uncinata* (Cactaceae)

Sofía Loza-Cornejo[1], Xochitl Aparicio-Fernández[1,3], Rita Judit Patakfalvi[1], Greta Hanako Rosas-Saito[2]

1 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Lagos, Enrique Díaz de León Núm. 1144, Colonia Paseos de la Montaña, 47460 Lagos de Moreno, Jalisco, México.
2 Instituto de Ecología, A.C., Red de Estudios Moleculares Avanzados, Clúster Biomimic®, Carretera Antigua a Coatepec 351, Congregación el Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México.
3 Autor para la correspondencia: xaparicio@culagos.udg.mx

Citar como:
Loza-Cornejo, S., X. Aparicio-Fernández, R. J. Patakfalvi y G. H. Rosas-Saito. 2017. Caracteres anatómicos y fitoquímicos del tallo y raíz de *Mammillaria uncinata* (Cactaceae). Acta Botanica Mexicana 120: 21-38. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1159

Recibido: 26 de septiembre de 2016.
Revisado: 14 de diciembre de 2016.
Aceptado: 1 de marzo de 2017.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1159

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: Los integrantes de la familia Cactaceae subsisten a través de adaptaciones anatómicas y metabólicas como la síntesis de metabolitos primarios y secundarios con funciones específicas que les permiten desarrollarse en regiones áridas y semiáridas. *Mammillaria* es un género perteneciente a la tribu Cacteae y la literatura con respecto a sus caracteres anatómicos y fitoquímicos es escasa. Particularmente para la especie *Mammillaria uncinata* los estudios con ese tipo de enfoque son ausentes, por lo que los objetivos del presente trabajo fueron describir la estructura anatómica-histoquímica y el perfil fitoquímico del tallo y la raíz de la especie con la finalidad de contribuir al conocimiento de su biología y composición química.

Métodos: El estudio se realizó con ejemplares recolectados en la región Altos Norte de Jalisco, México. Se emplearon la microtécnica convencional de inclusión en parafina y técnicas histoquímicas para la descripción de los caracteres anatómicos e histoquímicos, así como técnicas cualitativas para el estudio del perfil fitoquímico.

Resultados clave: Algunos de los caracteres anatómicos más distintivos son laticíferos que producen un látex lechoso y cristales de morfología variable en el tallo. El análisis del perfil fitoquímico reveló la presencia abundante de metabolitos secundarios en el tallo, incluyendo alcaloides, esteroles, flavonoides y saponinas, mientras que en la raíz únicamente se detectó, de manera escasa, la presencia de esteroles y saponinas.

Conclusiones: El estudio mostró la presencia, en *Mammillaria uncinata,* de caracteres anatómicos similares a otras especies de Cactaceae, así como la abundancia de fitoquímicos con potencial aplicación en diferentes áreas.

Palabras clave: anatomía, histoquímica, perfil fitoquímico.

Abstract:

Background and Aims: Members of the Cactaceae family persist through anatomical and metabolic adaptations that allow them to develop in arid and semi-arid areas, including the synthesis of primary and secondary metabolites with specific functions. *Mammillaria* is a genus belonging to the Cacteae tribe and the literature on its anatomical and phytochemical characters is scarce, particularly for the species *Mammillaria uncinata*. Therefore, the objectives of this study were to describe the anatomical-histochemical structure and phytochemical profile of the stem and root of *Mammillaria uncinata*, in order to contribute to the knowledge of biology and chemical composition of the species.

Methods: The study was conducted with specimens collected in their natural distribution area in the Altos Norte region of Jalisco, Mexico. The standard paraffin microtechnique and histochemical techniques were used for the description of the anatomical and histochemical characters, whereas qualitative techniques were applied to study the phytochemical profile.

Key results: Laticifers and crystals of variable morphology in the stem are some of the most distinctive characters. The phytochemical profile analysis revealed the presence of abundant metabolites in the stem, including alkaloids, sterols, flavonoids and saponins, whereas in the root only the presence of sterols and saponins was detected in low amounts.

Conclusions: The study showed anatomical features in *Mammillaria uncinata* to be similar to other Cactaceae species, as well as abundance of phytochemicals with potential application in different areas.

Key words: anatomy, histochemistry, phytochemical profile.

Introducción

La familia Cactaceae del orden Caryophyllales es un grupo de plantas suculentas representativo de las zonas áridas y semiáridas del hemisferio Oeste, excepto *Rhipsalis baccifera* (Sol.) Stearn, la cual se encuentra en África y Asia (Hunt, 2006).

Su división en cuatro subfamilias (Pereskioideae, Opuntioideae, Maihuenioideae y Cactoideae) ha sido sustentada por caracteres morfológicos y moleculares (Hunt, 2006; Bárcenas et al., 2011). La subfamilia Cactoideae comprende el mayor número de especies y es la más diversa en términos de hábitos de crecimiento y formas de vida; se divide en nueve tribus: Browningeae, Cacteae, Calymmantheae, Cereeae, Hylocereeae, Notocacteae, Pachycereeae, Rhipsalidae, Trichocereeae (Ortega-Baes et al., 2010; dos Santos et al., 2012; Vázquez-Sánchez et al., 2012). En la tribu Cacteae, por ejemplo, predominan géneros como *Aztekium* Boed. y *Mammillaria* Haw., que incluyen representantes con tallos cortos, mientras que *Echinocactus* Link & Otto y *Ferocactus* Britton & Rose tienen integrantes con tallos globosos que miden 1 m o más de altura, así como *Escobaria* Britton & Rose, *Neolloydia* Britton & Rose y *Thelocactus* (K. Schum.) Britton & Rose, con especies que forman tallos de entre 20 y 30 cm de alto (Vázquez-Sánchez et al., 2012).

Por otro lado, para sobrevivir y prosperar en ambientes hostiles, la mayoría de las cactáceas cuentan con la capacidad de sintetizar compuestos químicos variados lo que las hace productos naturales promisorios en la búsqueda de nuevas fuentes de compuestos con actividad biológica. La presencia de fitoquímicos, como esteroles, alcaloides y compuestos fenólicos (Garza-Padrón et al., 2010) que muestran actividad biológica de tipo antioxidante benéfica para el ser humano, ha sido demostrada en diversas especies, tal es el caso de *Astrophytum myriostigma* Lem. (Garza-Padrón et al., 2010) y diferentes especies de *Opuntia* Mill. (Matías et al., 2014).

Para las especies de *Mammillaria,* aunque es un género que incluye un gran número de especies importantes en diversos aspectos, existen pocos estudios con relación a estudios anatómicos (Janu y Raghuvanshi, 2011; Mosco, 2012; Herrera-Martínez et al., 2015), y a su perfil fitoquímico. La información existente se enfoca al estudio de los pigmentos presentes en el tallo (Wybraniec y Nowak-Wydra, 2007; Mosco, 2012), el perfil fitoquímico y componentes nutracéuticos del fruto (Aparicio-Fernández et al., 2013), así como la inducción de metabolitos secundarios en cultivos de células en suspensión (Robles-Zepeda et al., 2009).

Por lo anterior, los objetivos del presente trabajo incluyeron la caracterización anatómica-histoquímica y el perfil fitoquímico del tallo y la raíz de *Mammillaria uncinata* Zuccarini & Pfeiffer, con la finalidad de contribuir al establecimiento de las bases para el aprovechamiento de esta especie como fuente de metabolitos secundarios con actividad biológica.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo la recolecta de ejemplares de *Mammillaria uncinata* en sus áreas de distribución en municipios de Jalisco, México (Cuadro 1). Se recolectaron en promedio cinco individuos de cada localidad; dos de ellos se utilizaron para realizar el estudio morfo-ana-

Cuadro 1: Localización geográfica de localidades de recolecta de *Mammillaria uncinata* Zuccarini & Pfeiffer en el estado de Jalisco, México.

Localidad	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (m s.n.m.)	Colector/No. colecta
Lagos de Moreno, Jal.	21°31'	101°41'	1930	*S. Loza-Cornejo 226-230* (IBUG)
Ojuelos de Jalisco, Jal.	21°33'	103°09'	2100	*S. Loza-Cornejo 231-236* (IBUG)
Unión de San Antonio, Jal.	21º02'	101º27'	1920	*S. Loza-Cornejo 237-241* (IBUG)
Encarnación de Díaz, Jal.	21º24'	102º25'	1851	*S. Loza-Cornejo 242-246* (IBUG)

tómico. Para ello, se tomaron muestras de tejido de los tubérculos y parte interna del tallo, así como muestras de la raíz. Fueron procesados dos ejemplares por localidad para el estudio de perfil fitoquímico y un ejemplar completo de cada región de muestreo se depositó en el herbario IBUG de la Universidad de Guadalajara.

Anatomía e histoquímica

Las muestras recolectadas de tallo y raíz de los individuos de *M. uncinata* fueron fijados con solución FAA (formaldehido-alcohol-ácido acético glacial-agua destilada, 1: 5: 0.5: 3.5) por 24-72 horas y procesados para el estudio anatómico, siguiendo la microtécnica convencional de inclusión en parafina. Se realizaron cortes transversales y longitudinales de un grosor de 12-14 µm con un microtomo rotatorio (RMT-30 Radical Instruments, India), los cuales se pegaron en portaobjetos con adhesivo de Haupt, dejando secar por 12 horas. Se continuó con inmersiones en diferentes concentraciones de xileno y alcohol etílico (100% a 50%) para eliminar la parafina. La tinción de los tejidos se realizó con safranina 0.05% con 2% de cloruro de sodio, disueltos en agua y verde rápido disuelto en alcohol etílico absoluto, aceite de clavo y metilcelosolve (López-Curto et al., 1998). Posteriormente se montaron con resina sintética; una vez secas y limpias las preparaciones, se procedió a su observación con un analizador de imágenes Image Manager (Imagic Bildverarbeitung AG, 1992-2005, Berlin, Alemania), adaptado a un microscopio óptico (Leica DM-1000, Wetzlar y Mannheim, Alemania). Para el análisis con microscopía electrónica de barrido, fueron fijadas muestras del tallo en FAA, lavadas y deshidratadas en serie de alcoholes y preparadas para su observación en un microscopio electrónico (JSM-6390, Jeol, Japón) operando a 30 Kv. Para la caracterización histoquímica del tallo y de la raíz, se hicieron cortes en fresco a mano alzada, aplicando diferentes pruebas de tinción (lugol, sudán IV, Ácido Peryódico-Reactivo de Schiff (APS) y vainillina-HCl) para la identificación de almidón, lípidos, polisacáridos insolubles y taninos, respectivamente (López-Curto et al., 1998).

Perfil fitoquímico

El tallo y raíz de *M. uncinata* de las plantas limpias y sin espinas se cortaron en cubos de aproximadamente 1 cm de lado, los cuales posteriormente fueron deshidratados bajo condiciones ambientales (14-28 °C; 44-58% HR) durante siete días hasta la pérdida de 85 a 95% de humedad, la cual se determinó mediante el registro de la pérdida diaria de peso. Las muestras secas se trituraron manualmente en un mortero y el polvo obtenido se sometió a extracciones secuenciales usando reflujo durante 30 minutos para la obtención de cuatro extractos de polaridad creciente (hexano, acetato de etilo, 80% etanol, agua). Los extractos se almacenaron en refrigeración (4 °C) y se protegieron de la luz hasta su análisis. Las determinaciones se llevaron a cabo por triplicado empleando técnicas cualitativas que indican la presencia de los diferentes metabolitos mediante cambios de coloración y/o formación de precipitado, y de acuerdo a las metodologías propuestas por Domínguez (1973). La presencia de alcaloides se detectó utilizando reactivos de Dragendorff, Mayer, Warner y Hager. Los reactivos de Libermann-Burchard y Salkowski se emplearon para revelar la presencia de esteroles. La existencia de flavonoides se descubrió utilizando la prueba de Shinoda y la de las saponinas mediante la formación de espuma y con el reactivo de Rosenthaler. Se empleó $FeCl_3$ para la detección presuntiva de taninos y soluciones acuosas de gelatina, sal y gelatina-sal, como prueba confirmatoria. La presencia de quinonas se observó utilizando NaOH y tolueno en solución acuosa, después de tratar los extractos con H_2O_2 y H_2SO_4. Todas las técnicas empleadas fueron descritas por Sánchez-Herrera et al. (2011).

Resultados

Anatomía e histoquímica

La cutícula del tallo es relativamente delgada, lisa, inicia desde el nivel apical y continúa hasta las regiones cercanas a la base. La epidermis está presente en todas las regiones verdes del tallo y es uniestratificada (Fig. 1A). Las células de la epidermis son de forma cuadrada a rectangular con los bordes curvos en vista longitudinal, y de

forma cuadrada en corte transversal; en vista superficial tienen paredes onduladas (Fig. 1C, D). Estas células no presentan algún tipo de contenido. Los estomas son paracíticos. La hipodermis es multiestratificada, colenquimatosa, compuesta por dos a cuatro estratos celulares (Fig. 1A, B). La peridermis es unidireccional, inicia en forma de parches en algunas partes del tallo y tiene un mayor desarrollo en la región media y basal. El felógeno presenta dos estratos de células con paredes delgadas, de forma rectangular; el felema está compuesto por cuatro o cinco estratos de células con pared delgada, las cuales aparecen colapsadas y alternan con estratos de células, en donde las paredes externas y radiales son gruesas y lignificadas (Fig. 1E, F). El córtex está constituido por tejido fundamental con dos tipos de células, las del clorénquima, de forma rectangular en sentido radial y cloroplastos abundantes (Fig. 2A, B) y granos de almidón (Fig. 3A, B), y las células del parénquima de reserva, las cuales son isodiamétricas, tienen paredes delgadas y también almacenan almidón. Células de mucílago y haces vasculares corticales formados por xilema y floema primarios están presentes en el tallo. En la región basal, los haces vasculares corticales ocasionalmente se presentan en grupos de hasta cuatro haces, con elementos de vaso estrechos que presentan pared secundaria helicoidal y floema con elementos de tubo criboso y células acompañantes (Fig. 2C-G). Una red de laticíferos se extiende en el córtex reservante (Fig. 4A) y se tiñe fuertemente con lugol, lo que indica la presencia de almidón. Cristales prismáticos o romboidales individuales o en conglomerados dispersos en el córtex (Fig. 4B-F), se encuentran uno o dos por célula y son relativamente grandes. En las regiones del córtex los granos de almidón son abundantes (Fig. 3G). La presencia de polisacáridos insolubles, cuerpos lipídicos y taninos oxidados en las células del córtex reservante fue también una característica distintiva del tallo (Fig. 3C-F). Los cuerpos lipídicos se concentran en la periferia de la célula, adyacentes a las paredes celulares (Fig. 3I).

El tejido vascular del xilema está constituido por una matriz de traqueidas de banda ancha, vasos escasos y células de parénquima de forma irregular (Figs. 5, 6). Los radios son no lignificados y son principalmente secundarios. El floema se compone por elementos de tubo criboso, células acompañantes y parénquima. Granos de almidón y cristales están presentes de manera abundante en el parénquima radial (Figs. 5C, 6C-D). Los haces vasculares se presentan en número variable (Fig. 5D) y tienden a formar un cilindro sólido de xilema en la parte basal del tallo. La médula es parenquimatosa y presenta haces vasculares dispersos formados por xilema y floema primarios (Fig. 6F, G).

Se observaron raíces con crecimiento secundario. En corte transversal se observa una peridermis, parénquima, tejido vascular y una región central. La peridermis está formada por varios estratos de células colapsadas de paredes delgadas (Fig. 7A, B). En las raíces con mayor diámetro, estas células alternan con estratos de células de pared gruesa y lignificada. Las células de parénquima tienen forma isodiamétrica y se colapsan radialmente cerca de la peridermis conforme se avanza a la base de la raíz. El tejido vascular forma un anillo completo formado por el xilema secundario constituido por vasos, traqueidas de banda ancha y radios xilemáticos uniseriados, con células cuadradas a rectangulares (Fig. 7C-E).

Perfil fitoquímico

El Cuadro 2 muestra los resultados del análisis de perfil fitoquímico realizado en cuatro extractos de diferente polaridad obtenidos a partir del tallo y la raíz de *M. uncinata*. Como se puede observar los metabolitos secundarios son más abundantes en el tallo, donde se detecta la presencia de cuatro grupos, mientras que en la raíz únicamente se detectó la presencia de dos de ellos. Los alcaloides son abundantes en los extractos de mayor polaridad (etanólico y acuoso) del tallo de *M. uncinata*, mientras que no se detectó su presencia en los extractos obtenidos de la raíz. Los esteroles se presentan en cantidades bajas a moderadas en extractos de ambas partes de la planta. La presencia en cantidades bajas y moderadas de este tipo de metabolitos en los extractos obtenidos con acetato de etilo y hexano, tanto del tallo como de la raíz, sugiere una menor polaridad de dichos compuestos. Los flavonoides

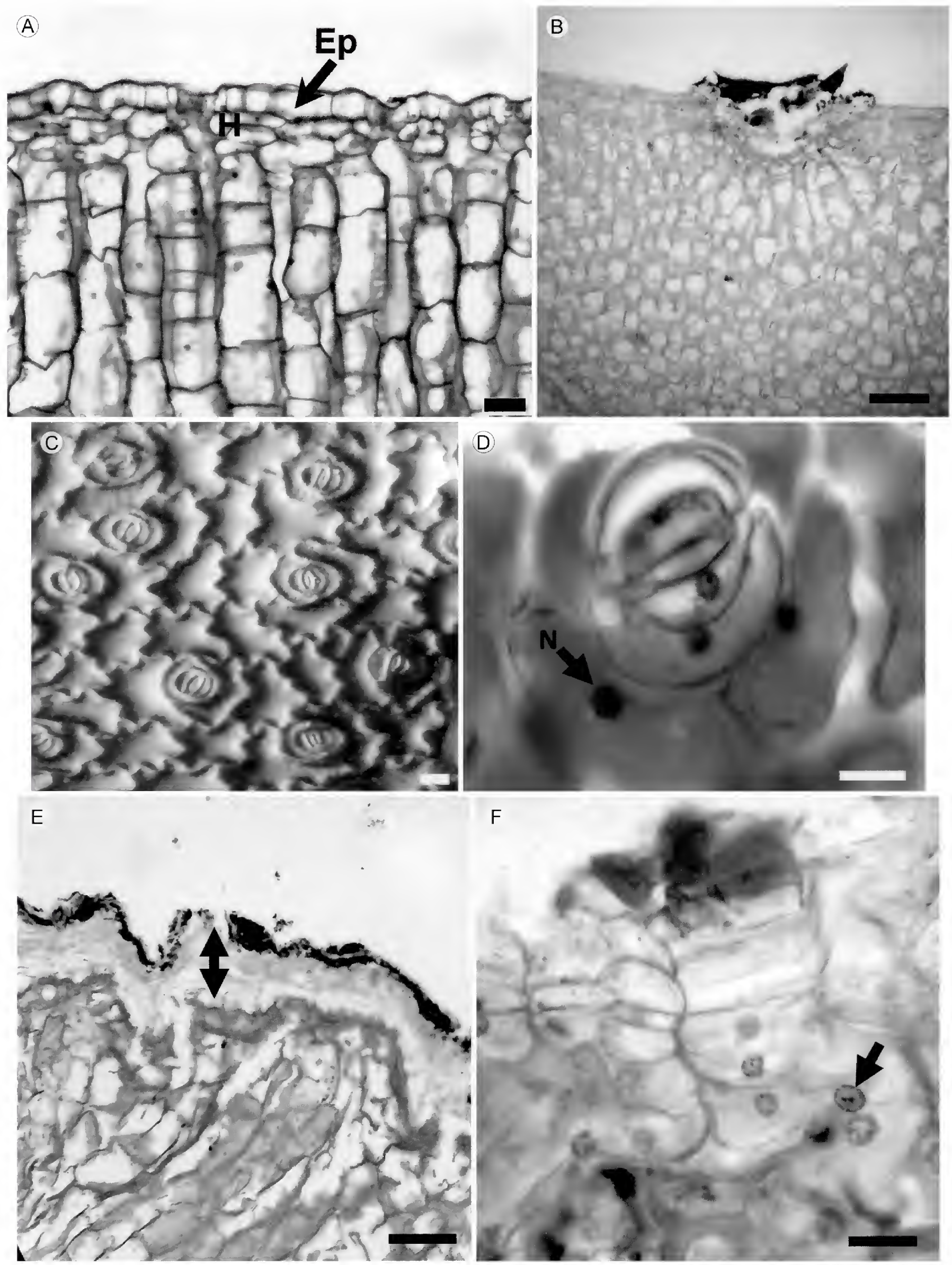


Figura 1: Cortes transversales y superficiales del tallo de *Mammillaria uncinata* Zuccarini & Pfeiffer; A. epidermis uniestratificada (flecha), hipodermis y clorénquima; B. inicio de formación de peridermis; C y D. vista superficial de células epidérmicas, núcleo (flecha) y estomas; E. corte transversal del tallo mostrando células de paredes delgadas (flecha doble punta) y células de pared gruesa lignificada más externas; F. detalle de células en división en el felógeno, con núcleo conspicuo (flecha). Ep, epidermis; H, hipodermis; N, núcleo. Escala: A-C, 30 µm; D-F, 100 µm.

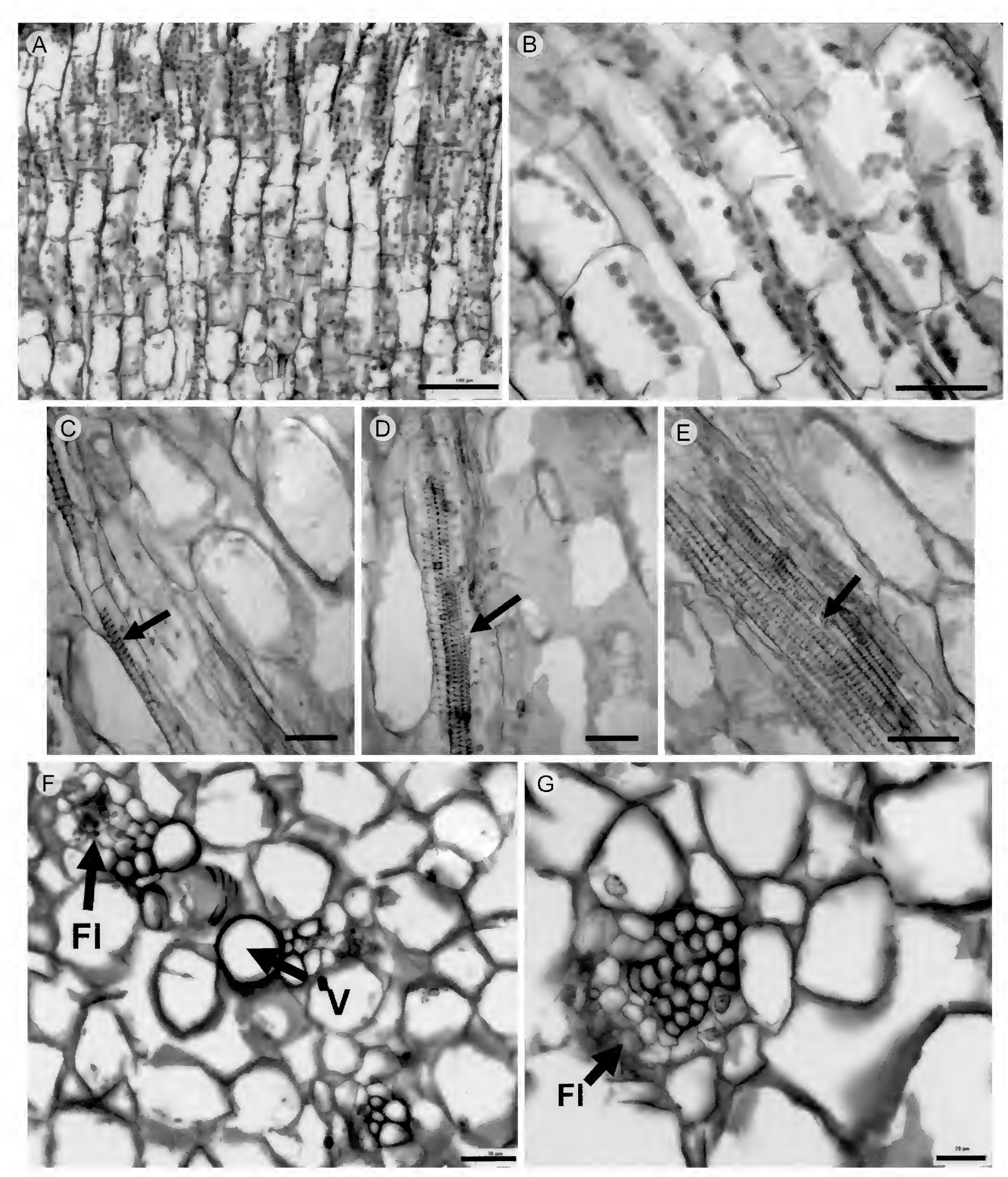


Figura 2: Cortes transversales y longitudinales del tallo de *M. uncinata* Zuccarini & Pfeiffer. A. y B. córtex fotosintético con abundantes cloroplastos; haces vasculares corticales de parte apical, media y basal del tallo; C, D y E. haces vasculares corticales de parte media y basal del tallo (flechas), note la mayor acumulación de xilema en la parte basal; F y G. haces vasculares con xilema y floema (flechas). Floema (Fl), vaso (V). Escala: A, F, G, 30 µm; B-E, 100 µm.

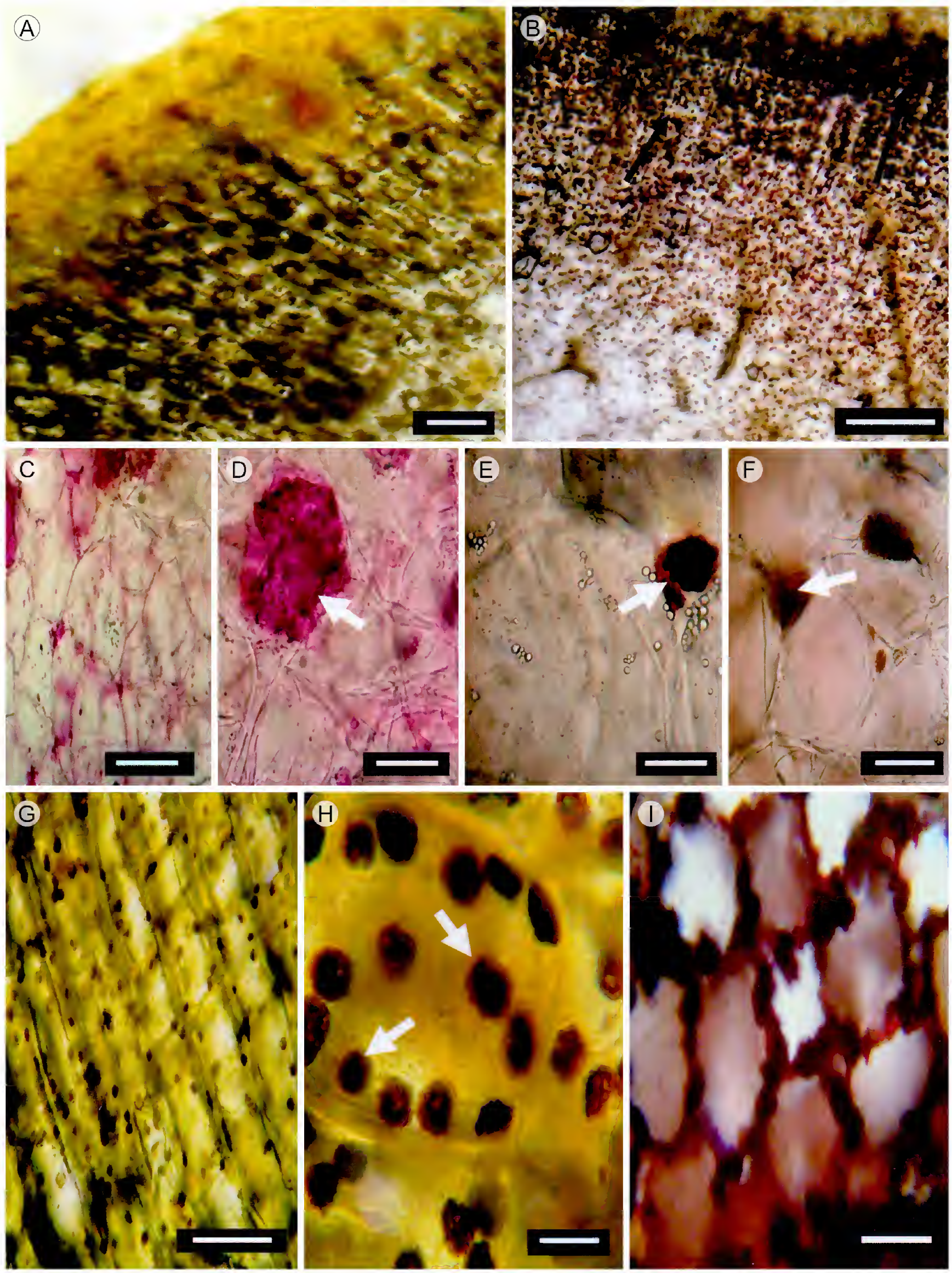


Figura 3: Cortes transversales del tallo de *M. uncinata* Zuccarini & Pfeiffer. A y B. abundantes granos de almidón en el córtex fotosintético y de reserva; C y D. polisacáridos estructurales en parénquima cortical de reserva (flecha); E y F. taninos oxidados (flecha); G. detalle de granos de almidón presentes en el clorénquima; H. granos de almidón (flecha) en el parénquima de reserva; I. cuerpos lipídicos en el parénquima de reserva. Escala: A y B 300 µm; C-F, 20 µm; G, 100 µm; H, I, 30 µm.

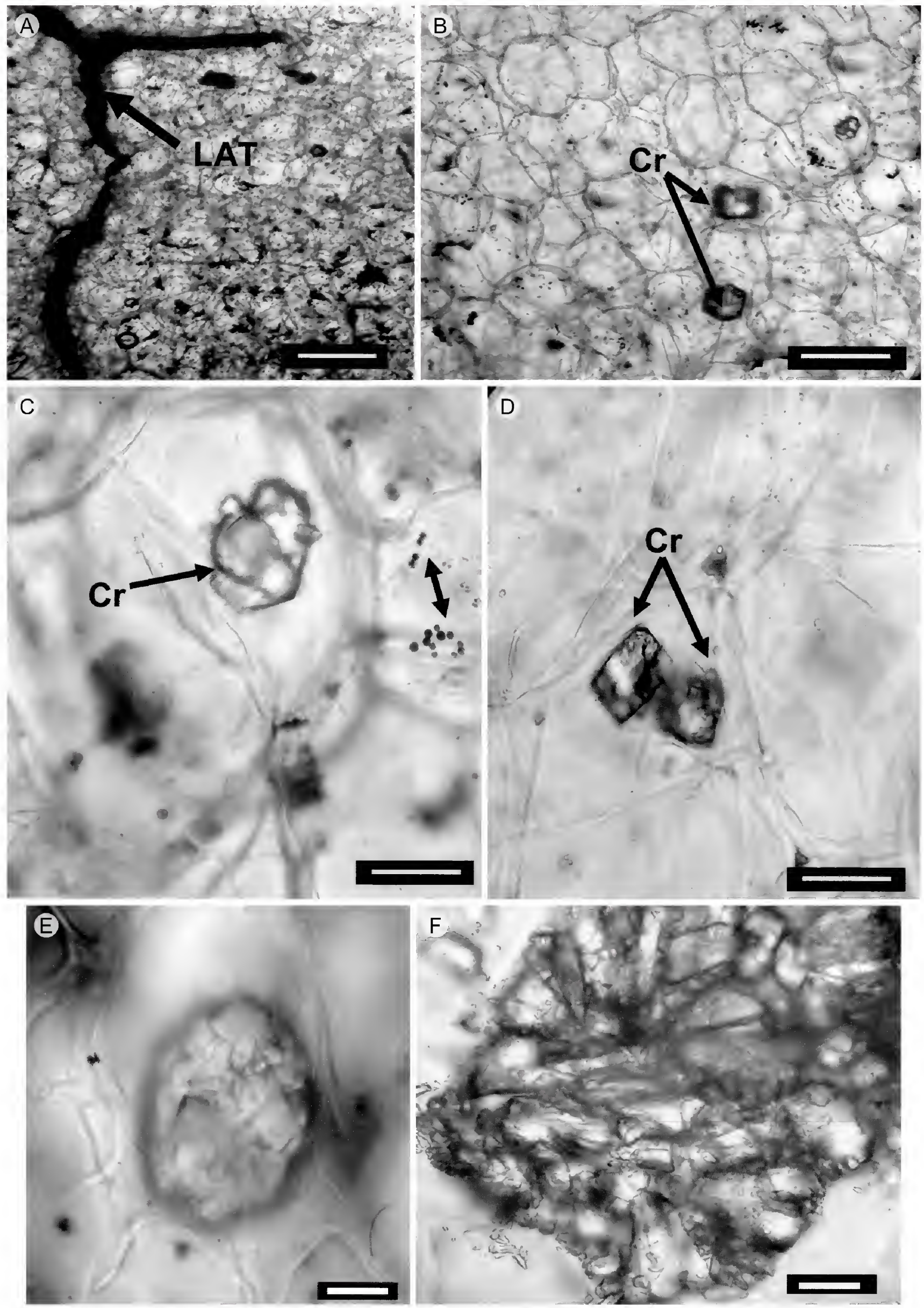


Figura 4: Cortes transversales del tallo de *Mammillaria uncinata* Zuccarini & Pfeiffer. A. laticífero (flecha); B-D. granos de almidón (flecha doble punta), cristales prismáticos (flechas) en parénquima de reserva; E y F. cristales agregados. LAT, laticífero; Cr, cristales. Escala: A y B, 100 µm; C-E, 30 µm; F, 28 µm.

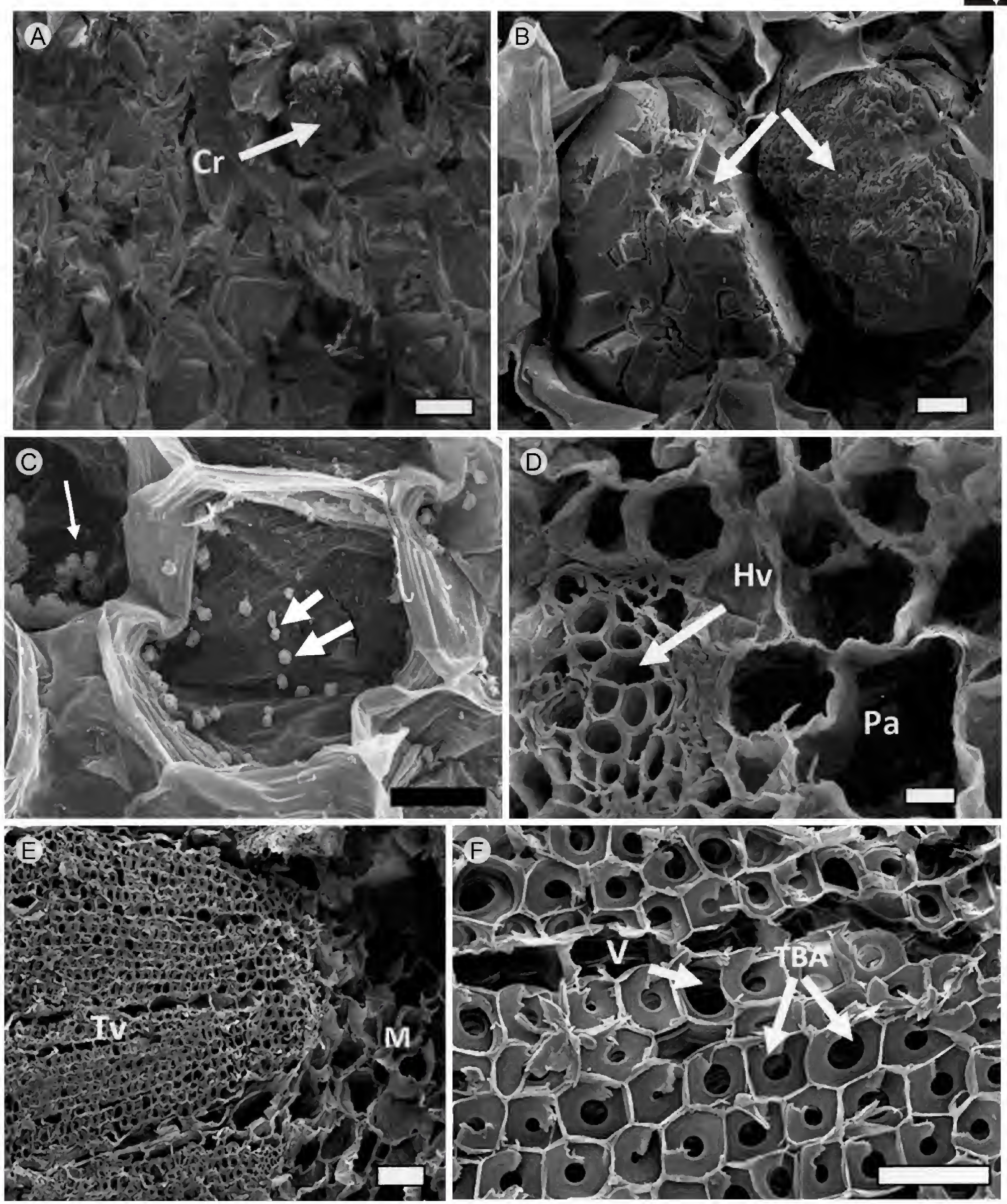


Figura 5: Cortes transversales del tallo de *M. uncinata* Zuccarini & Pfeiffer observados con microscopia electrónica de barrido. A, B. cristales agregados (flechas) en parénquima cortical del tallo; C. granos de almidón en parénquima cortical (flechas); D. detalle de haz vascular cortical (flecha) y parénquima; E. tejido vascular del tallo, y médula; F. detalle de tejido vascular del tallo mostrando una matriz de traqueidas de banda ancha (flechas), y vasos escasos. Cr, cristales; Hv, haz vascular; M, médula; Pa, parénquima; TBA, traqueidas de banda ancha; Tv, tejido vascular; V, vasos. Escala: A y E, 100 µm; B, 20 µm; C y F, 50 µm; D, 10 µm.

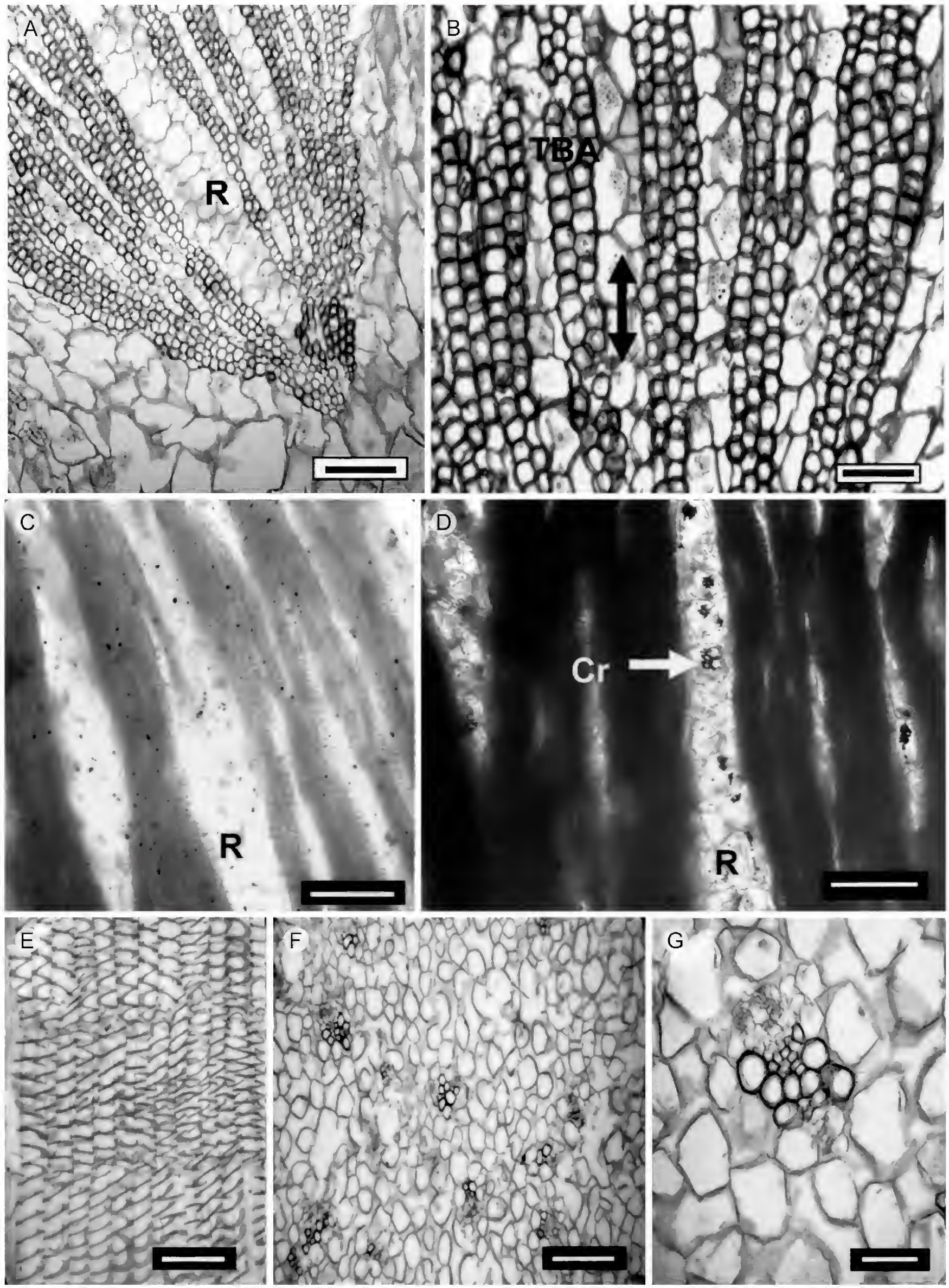


Figura 6: Cortes transversales y longitudinales del tallo de *M. uncinata* Zuccarini & Pfeiffer. A, B. radios no lignificados (flecha doble punta) y traqueidas de banda ancha en el xilema; C y D. células de los radios con granos de almidón y cristales (flecha); E. traqueidas de banda ancha estratificadas; F. haces vasculares en la médula; G. detalle de haz vascular medular. Cr, cristales; R, radios; TBA, traqueidas de banda ancha. Escala: A y B, 100 µm; C y D. 50 µm; E-G, 150 µm.

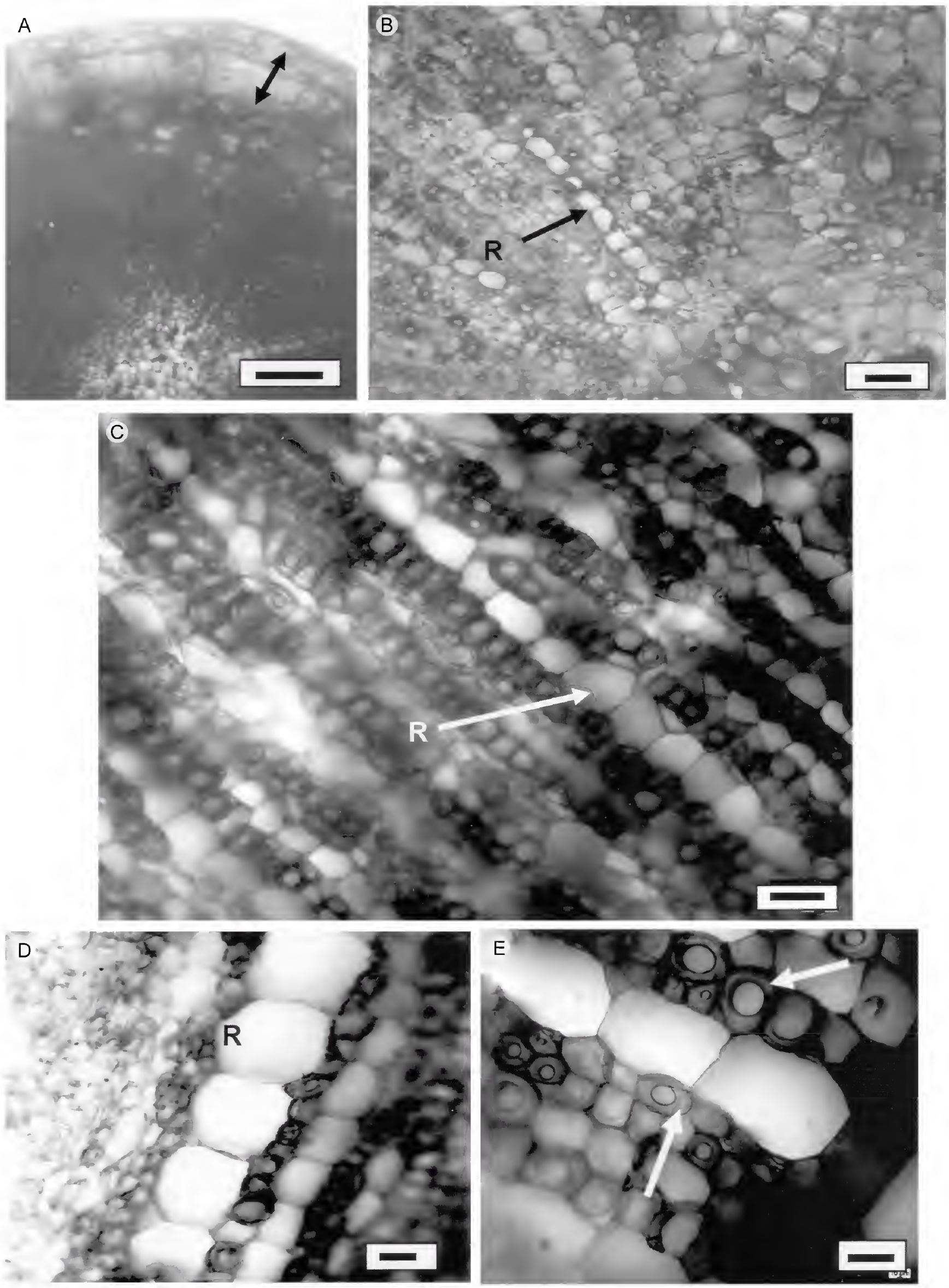


Figura 7: Cortes transversales de la raíz de *Mammillaria uncinata* Zuccarini & Pfeiffer. A. desarrollo de la peridermis (flecha doble punta); B. radios uniseriados en el xilema (flecha); C-E. detalle de radios uniseriados y traqueidas de banda ancha (flechas) en el xilema. R, radios. Escala: A-C, 50 µm; D y E, 30 µm.

Cuadro 2: Perfil fitoquímico de tallo y raíz de *Mammillaria uncinata* Zuccarini & Pfeiffer analizado en cuatro extractos de diferente polaridad. Extractos: H: hexano, AE: acetato de etilo, E: 80% etanol, A: agua (+)=Ensayo positivo. Contenido: + bajo, ++ moderado, +++ abundante. (-)=Ensayo negativo, ausencia.

	Tallo				Raíz			
	Extractos							
	H	AE	E	A	H	AE	E	A
Alcaloides	-	-	+++	+++	-	-	-	-
Esteroles	-	++	+	-	++	+	+	-
Flavonoides	++	++	+++	+++	-	-	-	-
Saponinas	-	-	+	+++	-	-	-	+

fueron abundantes en los extractos de la parte aérea de *M. uncinata,* mientras que en la raíz no se detectaron. Fue abundante la presencia de saponinas en el extracto acuoso del tallo de *M. uncinata*, y escasa en el extracto etanólico del tallo y en el extracto acuoso de la raíz. La presencia de taninos y quinonas no pudo detectarse con las técnicas empleadas, sugiriendo que podrían encontrarse en cantidades muy pequeñas o en forma insoluble, formando parte de estructuras celulares.

Discusión

Anatomía e histoquímica

Las características anatómicas observadas en *Mammillaria uncinata* son similares a las descritas para otras especies de Cactoideae (Terrazas y Arias, 2003; Salinas-Revilla y Álvarez-Moscoso, 2006; dos Santos García et al., 2012). El tallo de *Mammillaria uncinata* presenta una cutícula lisa y delgada que inicia a nivel apical y se conserva hasta las regiones cercanas a la base del tallo, similar a otros géneros de Cactoideae. La cutícula tiene una función importante al constituir una barrera primaria entre el cuerpo de la planta y las condiciones ambientales (Salinas-Revilla y Álvarez-Moscoso, 2006). La epidermis uniestratificada de células con pared delgada y lisa coincide con observaciones realizadas para especies de otras cactáceas (Muruaga y Guantay, 2011; dos Santos García et al., 2012; Gonçalves da Silva et al., 2013). En otras especies de *Mammillaria* (*M. polythele* Mart. y *M. perbella* Hildm. ex K. Schum.) la superficie de las células epidérmicas es lisa, excepto en algunas zonas donde es ligeramente rugosa (Gasson, 1981). En corte transversal, las células de la epidermis de *M. uncinata* muestran formas cuadradas o rectangulares, similar a otras cactáceas, por ejemplo, *Corryocactus erectus* (Backeb.) F. Ritter (Salinas-Revilla y Álvarez-Moscoso, 2006). La peridermis en el tallo se desarrolla principalmente en la región media y basal, es unidireccional y de origen epidérmico como se presenta comúnmente en Cactaceae (Terrazas y Arias, 2003; dos Santos-García et al., 2012; Gonçalves da Silva et al., 2013). *Mammillaria uncinata* presenta hipodermis formada por varios estratos de células de colénquima con paredes primarias. De acuerdo con Mauseth (2006), la existencia de este tipo de células en los tallos proporciona flexibilidad, permitiendo la contracción o expansión de éste, acorde con la disponibilidad de agua. Representaría, además, un mecanismo eficiente para proteger al tallo de depredadores (Soares da Silva et al., 2010; dos Santos-García et al., 2012).

El tejido cortical constituye una gran proporción del tejido suculento del tallo de *M. uncinata*. Su organización es típica de cactáceas ya que se diferencia en dos porciones: 1) las células exteriores del córtex que son ricas en cloroplastos y ocurren en columnas y 2) las partes centrales de tubérculos y tallo que consisten de células de parénquima isodiamétricas en un arreglo irregular. La disposición radial del clorénquima permite la difusión de CO_2 a través del aumento en espacios intercelulares. Fue notoria la acumulación de granos de almidón en el clorénquima. La presencia de almidón en el córtex es de gran importancia, ya que éste es usualmente el principal carbohidrato insoluble en la mayor parte del tejido fundamental y constituye la forma más significativa de reserva de carbono en plantas en términos de su cantidad, distribución e importancia para el funcionamiento del metabolismo fotosintético (Kötting et al., 2009). En el córtex del tallo de *M. uncinata* es notoria la presencia de granos de almidón tanto en el clorénquima como en el parénquima reservante. Adicionalmente, en el parénqui-

ma de los radios del xilema fueron también abundantes los granos de almidón. Lindeboom et al. (2004) mencionan que las condiciones ambientales temperatura, sequía y disponibilidad de nutrientes influyen en la cantidad de almidón presente. Éste podría ser el caso de *M. uncinata,* ya que la especie se distribuye en localidades con escasa precipitación pluvial, por lo que mantener una reserva suficiente de carbohidratos es vital para la supervivencia. Los cuerpos lipídicos o cuerpos de aceite están presentes en el parénquima cortical. Los lípidos son constituyentes esenciales de todas las células vegetales. Su contenido varía entre 5-10% del peso seco. Semillas, granos de polen, flores, raíces y tallos almacenan lípidos como material de reserva en partículas subcelulares denominadas cuerpos lipídicos, cuerpos de aceite, oleosomas o esferosomas (Ho et al., 2014). Dichas reservas constituidas principalmente por triacilglicéridos (TAGs) y proteínas oleosinas pueden ser movilizadas durante periodos de metabolismo activo (Chen et al., 1999; van der Schoot et al., 2011; Chapman et al., 2012). La presencia de lípidos o compuestos lipofílicos, como estructuras subcelulares en el tallo de *M. uncinata*, además de formar parte de las reservas de carbono en el tallo, podría representar una barrera hidrofóbica para prevenir la pérdida de agua o formar parte de una cubierta protectora contra patógenos, ataques de herbívoros y otros factores ambientales, como mencionan Rodrigues et al. (2011).

Cristales y células de mucílago están presentes en el córtex reservante del tallo de *M. uncinata*. Los cristales presentan una morfología similar a los de otras especies de Cactaceae (Contreras-Padilla et al., 2011). De acuerdo a Frausto-Reyes et al. (2014), la composición de dichos cristales puede ser de oxalato de calcio mono o dihidratado. La presencia de células de mucílago y cristales en el córtex son ejemplos de adaptación a hábitats xéricos de *M. uncinata.* Los cristales pueden reflejar la excesiva irradiación solar, mientras que la acumulación de mucílago hidrofílico facilitaría el almacenamiento de agua. La formación de cristales, además, está generalmente asociada con mecanismos de regulación de calcio en tejidos y órganos cuando los niveles de éste se incrementan en el suelo (Hudgins et al., 2003), con la defensa contra herbívoros (Ruiz et al., 2002), así como con la regulación osmótica y detoxificación de metales (Nakata, 2003). La presencia de laticíferos es una característica distintiva del tallo de *Mammillaria uncinata*, similar a otras especies del mismo género (*M. heyderi* Muehlenpf., *M. guerreronis* (Bravo) Boed.) (Witler y Mauseth, 1984a, b). De acuerdo a estos autores, los laticíferos articulados presentes en *Mammillaria* constituyen un sistema secretor complejo que se forma por lisis de masas celulares cilíndricas que luego son rodeadas por un epitelio multicelular. El látex contenido en estos conductos contiene varias sustancias en solución y suspensión coloidal, entre las que se incluyen carbohidratos, ácidos orgánicos, sales, esteroles, grasas y mucílagos. Son comunes también los terpenoides (cis-1, 4 poliisoprenos) y gomas, aunque otras sustancias pueden estar presentes, tales como glicósidos cardíacos, alcaloides, azúcares, proteínas y taninos (Konno, 2011), algunos de los cuales se detectaron en el perfil fitoquímico. Los laticíferos contienen una gama amplia de metabolitos secundarios; sin embargo, ninguno es movilizado o participa en el metabolismo celular. De acuerdo a Konno (2011) y Roshchina y Roshchina (2012), los laticíferos sirven como sistemas para "secuestrar" metabolitos secundarios tóxicos, los cuales pueden tener una función de protección contra herbívoros; este podría ser el caso de *Mammillaria uncinata*. Los taninos son los metabolitos secundarios más abundantes producidos por las plantas y contribuyen por su toxicidad a la defensa contra insectos herbívoros al inducir en éstos un estrés oxidativo (Barbehenn y Constabe, 2011; Salminen y Karonen, 2011). La presencia de taninos en el tallo de *M. uncinata* fue escasa, solamente algunas células del córtex reservante presentaron este contenido, motivo por el cual no fueron detectados en el análisis del perfil fitoquímico.

El xilema secundario está constituido por una matriz de traqueidas de banda ancha, vasos escasos y células de parénquima. Los haces vasculares se presentan en número variable y tienden a formar un cilindro sólido de xilema secundario con radios no lignificados. El floema se compone por elementos de tubo criboso, células acompa-

ñantes y parénquima como se presenta también en otras cactáceas (Terrazas y Arias, 2003).

La raíz de *Mammillaria uncinata* está constituida por peridermis, parénquima, xilema y floema secundarios, además de las células de parénquima en la región central. Las células de parénquima subyacentes a la peridermis con disposición radial que ocupan una mayor proporción de tejido en la raíz. La peridermis se caracteriza por presentar varios estratos de células esclerificadas, semejante a otras especies de Cactaceae (Terrazas y Arias, 2003).

Perfil fitoquímico

Los resultados del estudio fitoquímico realizados en *M. uncinata* complementan el estudio histoquímico, mostrando un panorama más amplio sobre la composición química de la especie. Los diferentes tipos de metabolitos secundarios detectados en el análisis del perfil fitoquímico de *M. uncinata* son sintetizados en la planta para ayudar a su protección y supervivencia (Konno, 2011; Roshchina y Roshchina, 2012); sin embargo, todos ellos pueden presentar algún tipo de actividad biológica en el organismo humano. Por lo tanto, *M. uncinata* podría considerarse como una especie potencial como fuente de fitoquímicos.

La abundante presencia de alcaloides en los extractos polares obtenidos del tallo sugiere que estos compuestos se encuentran en forma de sales (Arango, 2002). La presencia de alcaloides ha sido reportada en el tallo de otras especies de cactáceas globosas; por ejemplo, Sánchez-Herrera et al. (2011) registraron mayor abundancia de alcaloides en el tallo de *Coryphantha clavata* (Scheidw.) Backeb., que en su raíz. Un comportamiento similar encontramos en la presente investigación, ya que solo se detecta la presencia de alcaloides en el tallo, mientras que en la raíz están ausentes. A la fecha no existen evidencias sobre las propiedades de los alcaloides presentes en *M. uncinata*, probablemente por el hecho de ser una especie no utilizada en la medicina tradicional, por lo que resulta de interés el continuar con el estudio en cuanto a la concentración y el tipo de alcaloides, ya que éstos podrían presentar algún tipo de actividad biológica.

Los esteroles, también llamados triterpenos, forman parte de estructuras importantes en las membranas de células vegetales, y cumplen diversas funciones que van desde protección (ceras) hasta regulación del crecimiento como son las fitoalexinas (Céspedes et al., 2005). Diferentes especies vegetales sintetizan esteroles, aunque en una variedad de formas y concentraciones, dependiendo de cada planta y de las condiciones ambientales (Piironen et al., 2000). De acuerdo a Domínguez (1973), los esteroles pueden encontrarse en diferentes formas químicas (libres, como ésteres, o glicósidos). En el presente trabajo se detectó la presencia de esteroles, presumiblemente en dos formas químicas diferentes, ya que los detectados en el tallo presentaron mayor polaridad que los de la raíz. La presencia de esteroles en especies de cactáceas ha sido estudiada y se ha mencionado que algunos de ellos presentan efectos biológicos. Por ejemplo, Jiang et al. (2006), concluyeron sobre el descubrimiento de dos nuevos esteroles en tallos de *Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw. Por otro lado, Sri Nurestri et al. (2008) mostraron resultados sobre la actividad citotóxica de extractos obtenidos de hojas de *Pereskia bleo* (Kunth) DC., los cuales son ricos en esteroles. La cactácea columnar *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console presenta compuestos de tipo esteroles tanto en la parte aérea, como en la raíz y éstos tienen un efecto insecticida (Céspedes et al., 2005). El estudio de dichas moléculas fue retomado por Salazar et al. (2011) quienes demostraron que dichas sustancias tienen, además, actividad antiinflamatoria y citotóxica.

Los flavonoides son un grupo de compuestos fenólicos de amplia distribución en plantas, incluyendo diferentes especies de Cactaceae. Su comprobada capacidad como antioxidantes y otras formas de actividad biológica los ha hecho blanco de diferentes estudios (Alimia et al., 2010; Angulo-Bejarano et al., 2014; Gutiérrez-Grijalva et al., 2016). Los extractos obtenidos del tallo de *M. uncinata* muestran contenidos importantes de estos compuestos, mientras que en la raíz no se evidenció su existencia. Los resultados sugieren la presencia de diferentes tipos de flavonoides con distintas características de solubilidad, así como la importancia de la luz para su síntesis en las plantas,

ya que únicamente se detectaron en el tallo. La presencia de flavonoides en los frutos de *M. uncinata* (Aparicio-Fernández et al., 2013), así como en especies de *Opuntia* (Matías et al., 2014; Hahm et al., 2015) ha sido establecida con anterioridad incluyendo su capacidad antioxidante.

Las saponinas son glucósidos solubles en agua con capacidad para disminuir la tensión superficial y formar espuma al agitar sus soluciones. Al hidrolizar las saponinas se forman carbohidratos y una aglicona llamada sapogenina que puede presentar estructuras de tipo esteroidal, triterpénico o tetracíclico, entre otras (Domínguez, 1973). La presencia de saponinas se detecta en los extractos más polares del tallo y raíz de *M. uncinata* sugiriendo que se encuentran en forma glicosilada. En investigaciones previas del equipo de trabajo (Aparicio-Fernández et al., 2013) se encontró la presencia de saponinas en los frutos de la misma cactácea. La presencia de estos compuestos ha sido descrita en otras especies de cactáceas (Okazaki et al., 2011; Kakuta et al., 2012), y algunas de ellas han demostrado actividad biológica, destacando la actividad antialérgica de tipo I.

La presencia de taninos no se detecta mediante las técnicas cualitativas empleadas en el análisis del perfil fitoquímico. Sin embargo, sí fueron detectados mediante pruebas histoquímicas, lo que sugiere que estos componentes se encuentran en pequeñas cantidades firmemente unidos a las paredes celulares y de forma insoluble. Por su importante efecto biológico como antioxidantes fuertes, los taninos podrían considerarse parte de la fibra antioxidante y a *M. uncinata* una fuente de ésta (Barbehenn y Constabe, 2011; Salminen y Karonen, 2011).

Conclusiones

Este estudio muestra la presencia de caracteres anatómicos en *Mammillaria uncinata* similares a otras especies de Cactaceae, destacando la presencia de cristales de morfología variable en el tallo, así como laticíferos. Dada la diversidad de compuestos fitoquímicos (alcaloides, esteroles, flavonoides y saponinas) detectados en el tallo y raíz de *M. uncinata*, se considera de trascendencia su descubrimiento, así como de relevancia el continuar con su estudio en la búsqueda de moléculas con actividad biológica que puedan ser aplicados en beneficio de la salud humana. Lo anterior sugiere la potencialidad de *M. uncinata* como fuente de fitoquímicos con actividad biológica.

Contribuciones de los autores

SLC y XAF concibieron, diseñaron el estudio y realizaron los análisis. RJP llevó a cabo parte de los experimentos y revisó los borradores del documento. GHR participó en la toma de imágenes de microscopía electrónica de barrido. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

El estudio no tuvo financiamiento por parte de ningún proyecto, se realizó con recursos de la Universidad de Guadalajara.

Agradecimientos

Agradecemos a Adriana Campos Medina, por el apoyo brindado en la preparación de las muestras y en etapas iniciales de la investigación. Un especial agradecimiento al Laboratorio de Psicobiología del Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara, por facilitarnos el uso del microscopio óptico y procesador de imágenes. Agradecemos también a los revisores anónimos de *Acta Botanica Mexicana* por sus valiosos comentarios para mejorar el presente documento.

Literatura citada

Alimia, H., N. Hfaiedha, Z. Bouonia, M. Hfaiedha, M. Saklyb, L. Zourguia, y K. Ben Rhoumab. 2010. Antioxidant and antiulcerogenic activities of *Opuntia ficus indica* f. *inermis* root extract in rats. Phytomedicine 17(14): 1120-1126. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.phymed.2010.05.001

Angulo-Bejarano, P. I., O. Martínez-Cruz y O. Paredes-López. 2014. Phytochemical content, nutraceutical potential and biotechnological applications of an ancient Mexican plant: nopal (*Opuntia ficus-indica*). Current Nutrition & Food Science 10: 196-217. DOI: http://dx.doi.org/10.2174/1573401310031408281210 15

Aparicio-Fernández, X., S. Loza-Cornejo, M. G. Torres-Bernal y N. J. Velázquez-Placencia. 2013. Chemical and morphological characterization of *Mammillaria uncinata* (Cactaceae) fruits. Journal of the Professional Association for Cactus Development 15: 32-41.

Arango, A. G. J. 2002. Alcaloides y Compuestos Nitrogenados. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 88 pp.

Barbehenn, R. V. y C. P. Constabe. 2011. Tannins in plant-herbivore interaction. Phytochemistry 72(13): 1551-1565. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.040

Bárcenas, R. T., C. Yesson y J. A. Hawkins. 2011. Molecular systematics of the Cactaceae. Cladistics 27(5): 470-489. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1096-0031.2011.00350.x

Céspedes, C. L., J. R. Salazar, M. Martínez y E. Aranda. 2005. Insect growth regulatory effects of some extracts and sterols from *Myrtillocactus geometrizans* (Cactaceae) against *Spodoptera frugiperda* and *Tenebrio molitor*. Phytochemistry 66(20): 2481-2493. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.07.010

Chapman, K. D., J. M. Dyer y R. T. Mullen. 2012. Biogenesis and functions of lipid droplets in plants: Thematic Review Series: Lipid Droplet Synthesis and Metabolism: from Yeast to Man. Journal of Lipid Research 53: 215-226. DOI: http://dx.doi.org/10.1194/jlr.R021436

Chen, J. C. F., C. C. Y. Tsai y J. T. C. Tzen. 1999. Cloning and secondary structure analysis of caleosin, a unique calcium binding protein in oil bodies of plant seeds. Plant Cell Physiology 40(10): 1079-1086.

Contreras-Padilla, M. E., E. Pérez-Torrero, M. I. Hernández-Urbiola, G. Hernández-Quevedo, A. del Real, E. M. Rivera-Muñoz y M. E. Rodríguez-García. 2011. Evaluation of oxalates and calcium in nopal pads (*Opuntia ficus-indica* var. *redonda*) at different maturity stages. Journal of Food Composition and Analysis 24(1): 38-43. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.03.028

Domínguez, X. A. 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica. Limusa. México, D.F., México. 281 pp.

dos Santos García, J., E. Scremin-Dias y P. Soffiatti. 2012. Stem and root anatomy of two species of *Echinopsis* (Trichocereeae: Cactaceae). Revista Mexicana de Biodiversidad 83(4): 1036-1044. DOI: http://dx.doi.org/10.7550/rmb.28124

Frausto-Reyes, C., S. Loza-Cornejo, T. Terrazas, M. L. Miranda-Beltrán, X. Aparicio-Fernández, M. B. López-Macías, S. E. Morales-Martínez y M. Ortiz-Morales. 2014. Raman spectroscopy study of calcium oxalate extracted from cacti stems. Applied Spectroscopy 68(11): 1260-1265. DOI: http://dx.doi.org/10.1366/14-07485

Garza-Padrón, R. A., M. J. Verde-Star, M. E. Morales-Rubio, A. Oranday-Cárdenas, C. Rivas-Morales, M. A. Núñez-González y M. P. Barrón-González. 2010. Actividad amebicida, antioxidante y perfil fitoquímico de extractos metanólicos de *Astrophytum myriostigma* obtenidos de cultivo de callo y del cactus silvestre. Polibotánica 30: 111-121.

Gasson, P. 1981. Epidermal anatomy of some North American globular cacti. The Cactus and Succulent Journal of Great Britain 43:101-108.

Gonçalves da Silva, C. H. G., A. Calvente, A. Soller y L. T. Maranho. 2013. Anatomía de *Rhipsalis* subgênero *Erythrorhipsalis* A. Berger (Rhipsalideae, Cactaceae). Iheringia, Série Botanica 68(2): 249-259.

Gutiérrez-Grijalva, E. P., D. L. Ambriz-Pére, N. Leyva-López, R. I. Castillo-López y J. Basilio-Heredia. 2016. Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 66(2): 87-100.

Hahm, S. W., J. Park, S. Y. Oh, C. W. Lee, K. Y. Park, H. Kim y Y. S. Son. 2015. Anticancer properties of extracts from *Opuntia humifusa* against human cervical carcinoma cells. Journal of Medicinal Food 18(1): 31-44. DOI: http://dx.doi.org/10.1089/jmf.2013.3096

Herrera-Martínez, V., L. Ríos-Hernández, C. Garcidueñas-Piña, A. Lara-Ibarra, A. Adabache-Ortiz, R. E. Soria-Guerra, E. Pérez-Molphe-Balch y J. F. Morales-Domínguez. 2015. Effect of culture conditions on stomatal density and stomatal index in four cactus species. Haseltonia 20: 43-50. DOI: http://dx.doi.org/10.2985/026.020.0108

Ho, L. S., A. Nair, H. M. Yusof, H. Kulanveerasingan y M. S. Jangi. 2014. Morphometry of lipid bodies in embryo, kernel and mesocarp of oil palm: Its relationship to yield.

American Journal of Plant Sciences 5: 1163-1173. DOI: http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.59129

Hudgins, J. W., T. Kreklin y V. R. Franceschi. 2003. Distribution of calcium oxalate crystals in the secondary phloem of conifers: a constitutive defense mechanism? New Phytologist 159(3): 677-690. DOI: http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00839.x

Hunt, D. 2006. The New Cactus Lexicon. DH Books. Milborne Port, UK. 373 pp.

Janu, V. y R. K. Raghuvanshi. 2011. Microscopic studies on epidermal cells and stomatal behavior of some globular cacti (*Mammillaria* spp.). Insight Botany 1(1): 1-4. DOI: http://dx.doi.org/10.5567/BOTANY-IK.2011.1.4

Jiang, J., Y. Li, Z. Chen, Z. Min y F. Lou. 2006. Two novel C29-5beta-sterols from the stems of *Opuntia dillenii*. Steroids 71(13-14): 1073-1077. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.steroids.2006.09.005

Kakuta, K., M. Baba, S. Ito, K. Kinoshita, K. Koyama y K. Takahashi. 2012. New triterpenoid saponins from cacti and anti-type I allergy activity of saponins from cactus. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters 22(14): 4793-4800. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.bmcl.2012.05.058

Konno, K. 2011. Plant latex and other exudates as plant defense systems: roles of various defense chemicals and proteins contained therein. Phytochemistry 72(13): 1510-1530. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.02.016

Kötting, O., D. Santelia, C. Edner, S. Eicke, T. Marthaler, M. S. Gentry, S. Comparot-Moss, J. Chen, A. M. Smith, M. Steup y G. Ritte. 2009. Starch-excess is a laforin-like phoshoglucan phosphatase required for starch degradation in *Arabidopsis thaliana*. The Plant Cell 21(1): 334-346. DOI: http://dx.doi.org/10.1105/tpc.108.064360

Lindeboom, N., P. R. Chang y R. T. Tyler. 2004. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review. Starch/Stärke 56(3-4): 89-99. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/star.200300218

López-Curto, M. L., J. Márquez-Guzmán y G. Murguía-Sánchez. 1998. Técnicas para el estudio del desarrollo en angiospermas. Libro de Laboratorio. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 116 pp.

Matías, A., S. L. Nunes, J. Poejo, E. Mecha, A. T. Serra, P. J. Madeira, M. R. Bronze y C. M. Duarte. 2014. Antioxidant and anti-inflammatory activity of a flavonoid-rich concentrate recovered from *Opuntia ficus-indica* juice. Food and Function 5(12): 3269-3280. DOI: http://dx.doi.org/10.1039/c4fo00071d

Mauseth, J. D. 2006. Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. Annals of Botany 98(5): 901-926. DOI: http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcl133

Mosco, A. 2012. Tissue localization of betacyanins in cactus stems. Revista Mexicana de Biodiversidad 83(2): 413-420.

Muruaga, N. B. y M. E. Guantay. 2011. Aspectos epidérmicos en especies de *Rebutia* (Cactaceae-Cactoideae) de la Argentina. Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y Otras Suculentas 8(3): 19-22.

Nakata, P. A. 2003. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. Plant Science 164(6): 901-909. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00120-1

Okazaki, S., K. Kinoshita, S. Ito, K. Koyama, H. Yuasa y K. Takahashi. 2011. Triterpenoid saponins from *Echinopsis macrogona* (Cactaceae). Phytochemistry 72(1): 136-146. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.10.004

Ortega-Baes, P., S. Sühring, J. Sajama, E. Sotola, M. Alonso-Pedano, S. Bravo y H. Godínez-Álvarez. 2010. Diversity and conservation in the cactus family. In: Ramawat, K. G. (ed.). Desert Plants, Biology and Biotechnology. Springer-Verlag. Berlin, Germany. Pp. 157-173. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02550-1_8

Piironen, V., D. G. Lindsay, T. A. Miettinen, J. Toivo y A. M. Lampi. 2000. Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. Journal of the Science of Food and Agriculture 80(7): 939-966. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<939::AID-JSFA644>3.0.CO;2-C

Robles-Zepeda, R. E., M. Jiménez-Estrada, A. Navarro-Ocaña, I. Saad-Villegas, I. Brunner y E. Ruiz-Bustos. 2009. Secondary metabolites induction in *Mammillaria*

huitzilopochtli (Cactaceae) and evaluation of the fungicidal activity. African Journal of Biotechnology 8(16): 3874-3878. DOI: http://dx.doi.org/10.5897/AJB09.243

Rodrigues, T. M., S. de Pádua Texeira y S. Rodrigues M. 2011. The oleresin secretory systems in seedlings and adult plants of Copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf., Leguminosae-Caesalpinioideae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 26(6): 585-594. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2010.10.002

Roshchina, V. V. y V. D. Roshchina. 2012. The Excretory Function of Higher Plants. Springer Science Bussiness Media. Londres, UK. 314 pp. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-78130-8

Ruiz, N., D. Ward y D. Saltz. 2002. Calcium oxalate crystals in leaves of *Pancreatum sickenbergeri*: constitutive or induced defense? Functional Ecology 16: 99-105.

Salminen, J. P. y M. Karonen. 2011. Chemical ecology of tannins and other phenolics: we need a change in approach. Functional Ecology 25(2): 325-338. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01826.x

Salazar, J. R., M. Martínez-Vázquez, C. L. Céspedes, T. Ramírez-Apan, A. Nieto-Camacho, J. Rodríguez-Silverio y F. Flores-Murrieta. 2011. Anti-inflammatory and cytotoxic activities of chichipegenin, peniocerol, and macdougallin isolated from *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Con. Zeitschrift Naturforschung C 66(1-2): 24-30. DOI: http://dx.doi.org/10.1515/znc-2011-1-204

Salinas Revilla, N. y E. Álvarez Moscoso. 2006. Anatomía y morfología de *Corryocactus erectus* (Backeberg) Ritter (Cactaceae). Zonas áridas 10: 102-114.

Sánchez-Herrera, R., M. A. Sotelo-Olague, X. Aparicio-Fernández y S. Loza-Cornejo. 2011. *Coryphantha* spp. proximate composition and phytochemical profile. Journal of the Professional Association for Cactus Development 13: 36-47.

Soares da Silva, M. G., J. C. B. Dubeux, L. C. D. S. Cortes, D. L. Mota, L. L. S. da Silva, M. V. F. dos Santos y D. C. dos Santos. 2010. Anatomy of different forage cacti with contrasting insect resistance. Journal of Arid Environments 74(6): 718-722. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.11.003

Sri Nurestri, A. B., A. W. Norhanom, Y. Hashim, K. S. Sim, S. L. Hong, G. S. Lee y N. S. A. R. Syarifah. 2008. Cytotoxic activity of *Pereskia bleo* (Cactaceae) against selected human cell lines. International Journal of Cancer Research 4(1): 20-27. DOI: http://dx.doi.org/10.3923/ijcr.2008.20.27

Terrazas, T. y S. Arias. 2003. Comparative stem anatomy in the subfamily Cactoideae. The Botanical Review 68: 444-473.

van der Schoot, C., L. K. Paul, S. B. Paul y P. L. Rinne. 2011. Plant lipid bodies and cell-cell signaling. A new role for an old organelle? Plant Signaling & Behavior 6(11): 1732-1738. DOI: http://dx.doi.org/10.4161/psb.6.11.17639

Vázquez-Sánchez, M., T. Terrazas y S. Arias. 2012. El hábito y la forma de crecimiento en la tribu Cacteae (Cactaceae, Cactoideae). Botanical Sciences 90(2): 97-108. DOI: http://dx.doi.org/10.17129/botsci.477

Witler, G. H. y J. D. Mauseth. 1984a. Schizogeny and ultrastructure of developing latex ducts in *Mammillaria heyderi* (Cactaceae). American Journal of Botany 71(1): 100-110.

Witler, G. H. y J. D. Mauseth. 1984b. Schizogeny and ultrastructure of developing latex ducts in *Mammillaria guerreronis* (Cactaceae). American Journal of Botany 71(8): 1128-1138. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2443389

Wybraniec, S. y B. Nowak-Wydra. 2007. Mammillarinin: a new malonylated betacyanin from fruits of *Mammillaria*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55(20): 8138-8143. DOI: http://dx.doi.org/10.1021/jf071095s

Acta Botanica Mexicana 120: 39-57 Julio 2017

Artículo de investigación

Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México

New records of Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) of the cloud forest from the Sierra Alta Hidalguense in Mexico

Tania Raymundo[1], Efraín Escudero-Leyva[2], Ricardo Soto-Agudelo[3], Jesus García-Jiménez[4], Leticia Romero-Bautista[5], Ricardo Valenzuela[1,6]

1 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, Laboratorio de Micología, 11340 Cd. Mx., México.
2 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Biociencias, 11340 Cd. Mx., México.
3 Universidad del Quindío, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología, Herbario HUQ, Armenia, Quindío, Colombia.
4 Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Avenida E. Portes Gil 1301 Pte., 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
5 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, 42184 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
6 Autor para la correspondencia: rvalenzg@ipn.mx

Citar como:
Raymundo, T., E. Escudero-Leyva, R. Soto-Agudelo, J. García-Jiménez, L. Romero-Bautista y R. Valenzuela. 2017. Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México. Acta Botanica Mexicana 120: 39-57 DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1263

Recibido: 25 de enero de 2016.
Revisado: 13 de septiembre de 2016.
Aceptado: 31 de marzo de 2017.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1263

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El orden Hypocreales se distribuye ampliamente en las regiones templadas y tropicales del mundo. Se han registrado 17 especies en el bosque mesófilo de montaña para México. El objetivo de este estudio es ampliar el conocimiento taxonómico de las especies de Hypocreales en México y en particular de la Sierra Alta Hidalguense.

Métodos: Fueron realizadas cinco exploraciones en la Sierra Alta Hidalguense entre 2011 y 2014. Fueron recolectadas ocho especies y se describieron morfológicamente siguiendo las técnicas tradicionales micológicas.

Resultados clave: Se citan por primera vez siete especies de Hypocreales para México. *Bionectria grammicospora* pertenece a la familia Bionectriaceae; *Hypomyces boletiphagus* a Hypocreaceae, *Sarcopodium flavolanatum, Thelonectria ostrina*, *T. veuillotiana* y *Viridispora alata* a Nectriaceae y *Valetoniella pauciornata* a Niessliaciaceae. *Bionectria ochroleuca* se registra por vez primera para el bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo. Se presentan descripciones taxonómicas e ilustraciones de las ocho especies.

Conclusiones: Los bosques mesófilos de montaña de México son ecosistemas con alta diversidad de especies y el orden Hypocreales no es la excepción, por lo que es necesario continuar realizando exploraciones y estudios taxonómicos de este grupo de hongos en este tipo de vegetación.

Palabras clave: fungícolas, Hidalgo, Hypocreaceae, lignícolas, Nectriaceae, Niessliaceae.

Abstract:

Background and Aims: The order Hypocreales is widely distributed in the temperate and tropical regions of the world. Seventeen species have been reported from the cloud forest of Mexico. The aim of this study is to expand the taxonomic knowledge of the species of Hypocreales from Mexico and in particular of the Sierra Alta Hidalguense.

Methods: Five explorations were carried out in the Sierra Alta Hidalguense between 2011 and 2014. Eight species were collected and described morphologically, using traditional mycological techniques.

Key results: Seven species of Hypocreales are cited for the first time from Mexico: *Bionectria grammicospora* belongs to the family Bionectriaceae; *Hypomyces boletiphagus* to Hypocreaceae; *Sarcopodium flavolanatum, Thelonectria ostrina*, *T. veuillotiana* and *Viridispora alata* to Nectriaceae and *Valetoniella pauciornata* to Niessliaciaceae. *Bionectria ochroleuca* is reported for the first time from the cloud forest of the state of Hidalgo. Taxonomic descriptions and illustrations of the eight species are presented.

Conclusions: The cloud forests in Mexico are ecosystems with a high diversity of species, and the order Hypocreales is not an exception; hence, it is necessary to continue explorations and taxonomic studies of this group of fungi in this type of vegetation.

Key words: fungicolous, Hidalgo state, Hypocreaceae, lignicolous, Nectriaceae, Niesslaceae.

Introducción

El orden Hypocreales se ubica taxonómicamente en el Reino Fungi de la siguiente manera: Filum Ascomycota, Subfilum Pezizomycotina, Clase Sordariomycetes, Subclase Hypocreomycetidae (Kirk et al., 2008). Se le han descrito 2647 especies, y se caracteriza por presentar peritecios solitarios, o éstos crecen sobre, o inmersos, en estromas de colores brillantes, blancos, amarillos, anaranjados, rojos, a veces verdosos y rara vez negruzcos. Las ascosporas son hialinas a amarillentas o verdes (Kirk et al., 2008; Chaverri et al., 2011, a, b). En México, se han registrado 17 especies del orden Hypocreales para el bosque mesófilo de montaña. *Aschersonia aleyrodis* Webber, de la familia Clavicipitaceae, fue citada de Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005). *Cordyceps militaris* (L.) Fr., de la familia Cordycipitaceae, se conoce de Morelos (Bautista et al., 1986), Oaxaca y Veracruz (Pérez-Silva, 1977). De la familia Hypocreaceae fueron citadas *Hypomyces hyalinus* (Schwein.) Tul. & C. Tul. de Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005), *H. lactiflourum* (Schwein.) Tul. & C. Tul. de Hidalgo (Frutis y Guzmán, 1983), Michoacán (Díaz-Barriga et al., 1988) y Tamaulipas (Heredia, 1989; García-Jiménez y Valenzuela, 2005) y *H. luteovirens* (Fr.) Tul. & C. Tul. se registró del Estado de México, Morelos (Pérez-Silva et al., 1983) y Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005). *Trichoderma ceraceum* P. Chaverri & Samuels y *T. lixii* (Pat.) P. Chaverri de la familia Hypocreaceae se mencionan de Hidalgo (Raymundo et al., 2016). De la familia Ophiocordycipitaceae se conoce a *Ophiocordyceps entomorrhiza* (Dicks.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, *O. gracilis* (Grev.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora y *O. dipterigena* (Berk. & Broome) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora de Veracruz (Pérez-Silva, 1978; Guzmán et al., 2001), y a *Tolypocladium capitatum* (Holmsk.) Quandt, Kepler & Spatafora y *Tolypocladium ophioglossoides* (J.F. Gmel.) Quandt, Kepler & Spatafora, de Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005 como *Cordyceps capitata* (Holmsk.) Link y *Cordyceps ophioglossoides* (J.F. Gmel.) Fr.). Recientemente, esta última especie fue citada de Hidalgo por Raymundo et al. (2016). Por último, se conoce la familia Nectriaceae con *Cosmospora ustulinae* (Teng) C. Herrera & P. Chaverri de Hidalgo (Raymundo et al., 2016) y *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. y *N. pseudotrichia* Berk. & M.A. Curtis de Veracruz (Chacón y Guzmán, 1983). El presente trabajo tiene por objetivo ampliar el conocimiento taxonómico de las especies del orden Hypocreales del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense y del país.

Materiales y Métodos

La Sierra Alta Hidalguense se encuentra en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y la subprovincia del Carso Huasteco. Incluye los municipios de Calnali, Huazalingo, Lolotla, Molango de Escamilla, Tepehuan de Guerrero, Tlanchinol y Zacualtipán de Ángeles. Se limita por las coordenadas 21º0'49.12"N, 20º37'34"S, 98º25'14.84"E y 99º5'19.89"O (Fig. 1). Se realizaron cinco exploraciones en el bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense entre 2011 y 2014. Los especímenes se estudiaron en fresco y se determinaron tomando las características morfológicas de la forma, tamaño y color de los peritecios y estromas. Por otro lado, se revisaron con un microscopio óptico Zeiss (K-7, Jena, Alemania) la composición de los seudotejidos del peritecio y estroma, la morfología de las ascas y ascosporas, considerándose el tamaño, forma, número de células y color en KOH 5%, así como en ácido láctico (LA). Las fotografías de las características microscópicas se realizaron en un microscopio óptico Zeiss (K-7, Jena, Alemania) con una cámara digital Nikon Coolpix S6000 (Tokio, Japón). Los ejemplares fueron fotografiados en fresco con un microscopio estereoscópico Zeiss (Jena, Alemania) con una cámara Nikon Coolpix S6000. Únicamente el espécimen de *Hypomyces* (Fr.) Tul & C. Tul. fue fotografiado con una cámara Nikon D-7000 (Tokio, Japón) y un lente Nikon DX Micro 85 mm. Para la determinación de los especímenes se utilizaron las obras de Samuels (1983, 1988), Brayford y Samuels (1993), Samuels y Barr (1997), Rossman et al. (1999), Schroers

Figura 1: Mapa de la zona de estudio.

(2001), Guu et al. (2007, 2010), Chaverri et al. (2011a) y Salgado-Salazar et al. (2015). Todos los materiales estudiados fueron procesados y están depositados en la colección de hongos del Herbario de la Escuela Nacional Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB). Las descripciones de las especies se presentan en orden alfabético de familias y se siguió el sistema de clasificación de Kirk et al. (2008).

Taxonomía

Bionectria grammicospora (Ferd &Winge) Schroers & Samuels, Stud. Mycol. 46: 154. 2001. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Virgin Islands, St. Thomas, on bark, 1905, *C. Raunkiaer 3103* (holotipo: NY). Fig. 2A-F.

Estroma someramente desarrollado, aplanado a pulvinado, con peritecios agrupados creciendo sobre el mismo; peritecios 160-370 × 150-360 µm, gregarios, en grupos abundantes, superficiales a ligeramente embebidos en el estroma, globosos a subglobosos, de color amarillo brillante a naranja, sin cambio de color en KOH 5%, en ocasiones colapsados lateralmente al madurar, lisos cuando jóvenes y verrugosos al madurar, las verrugas blanquecinas a amarillo pálido; pared del peritecio formando textura epidermoidea, 30-45 µm de grosor, con células 16-25 × 27.5-35 µm; verrugas formadas por células 8-12(-20) µm de diámetro, globosas, de pared delgada y de hialinas a amarillentas en KOH; ascas 50-57 × 6.5-7.5 µm, octospóricas, clavadas, hialinas con un anillo apical visible en LA; ascosporas 12.8-13.6 × 4.4-4.8 µm, estrechamente elipsoidales a fusiformes, con un septo en la

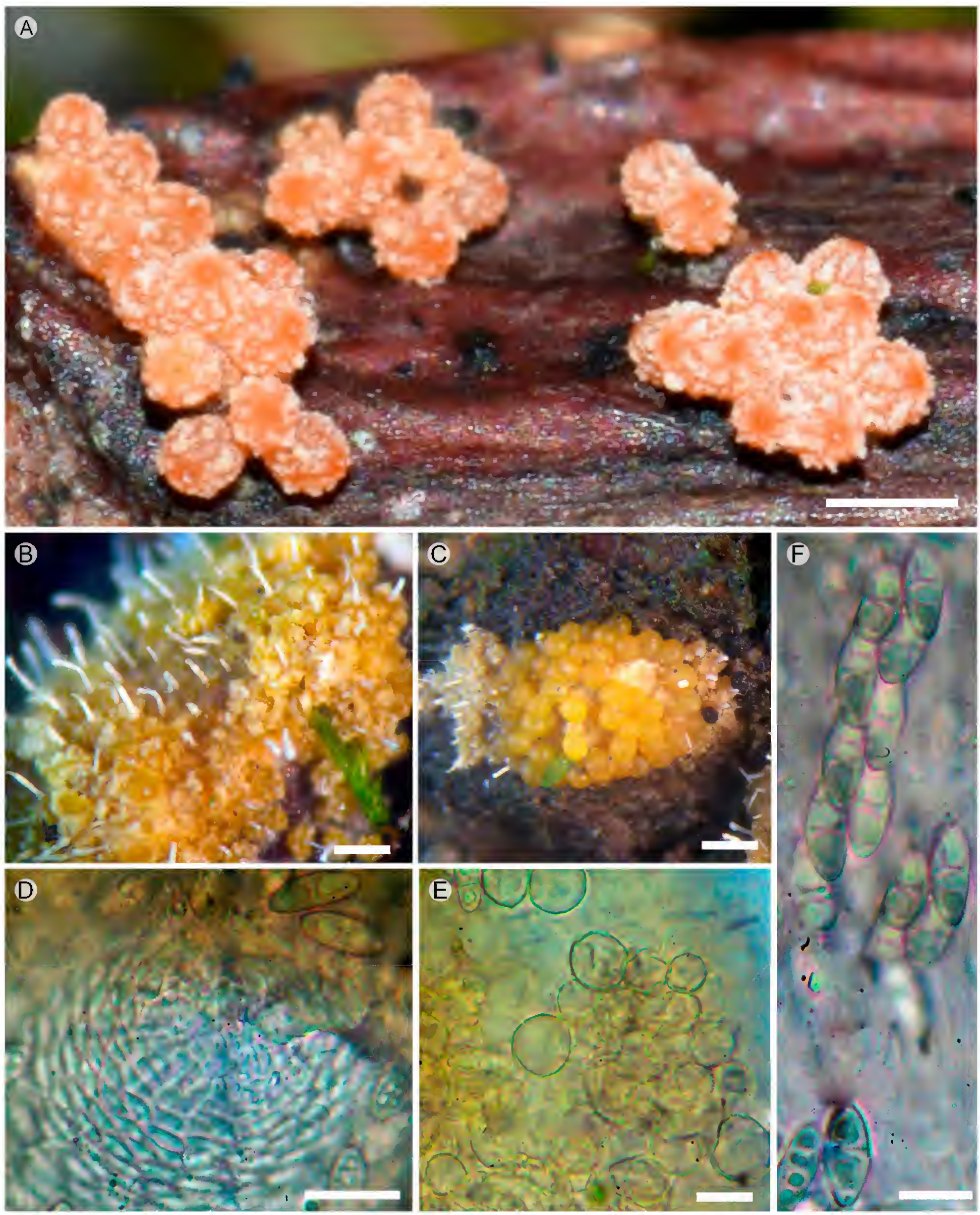


Figura 2: *Bionectria grammicospora* (Ferd & Winge) Schroers & Samuels: A. peritecios; B. sinemas; C. peritecios inmaduros; D. células del ostiolo; E. células de la pared del peritecio; F. ascosporas. Escala: A, B y C=1mm; D, E, F=10 µm.

parte media, hialinas, con pared delgada y estriadas, biseriadas apicalmente.

Hábitat: Sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de una angiosperma en bosque mesófilo de montaña.

Distribución: Samuels (1988) y Schroers (2001) la registran de Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Indonesia, Puerto Rico, Estados Unidos de América y Venezuela. Guu et al. (2010) la mencionan para Taiwan. La especie se cita por primera vez para México.

Notas taxonómicas: El anamorfo o fase asexual de esta especie es *Clonostachys grammicospora* Schroers & Samuels, el cual se encontró creciendo en conjunto con el teleomorfo o fase sexual. Se caracteriza por formar sinemas 152-170 µm de alto, de color blanco a amarillo pálido, con conidios 3.2-6.8 × 2.4-4.2 µm, elipsoidales a ovoidales, hialinos y sin septos. El espécimen mexicano concuerda con la descripción de Samuels (1988), Schroers (2001) y Guu et al. (2010). Schroers (2001) señala que *B. grammicospora* es muy parecida a *B. grammicosporopsis* y *B. subquaternata* en sus peritecios, pero se separan por el tamaño de las ascosporas que son más anchas en *B. grammicosporopsis* y más largas en *B. subquaternata* que las de *B. grammicospora*.

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14311* (ENCB).

Bionectria ochroleuca (Schwein.) Schroers & Samuels, Z. Mykol. 63(2): 151. 1997. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. North Carolina, Salem, on bark, 1821, *L. D. Schweinitz 1418* (holotipo: PH, Collins Set no. 169). Fig. 3A-G.

Estroma aplanado a pulvinado, difícil de observar cuando los peritecios son abundantes; peritecios 308-423 × 346.5-392.7 µm, gregarios, en grupos 5 a 10, superficiales, globosos a subglobosos, naranja cuando fresco, sin cambio de color al secarse, sin reacción en KOH 5%, deprimido lateralmente al secarse, lisos a ligeramente rugosos; pared del peritecio formando textura epidermoidea, 35-40 µm de grosor, formada de dos capas visibles, células externas 10-13 × 4-6 µm, con gotas de color naranja, 4 µm de diámetro, células internas 7-16 × 2.1-3.4 µm, formando textura prismática; ascas 52-70 × 12-15 µm, octospóricas, clavadas, hialinas en KOH 5%, con un anillo apical ligeramente visible con azul de algodón y LA, biseriadas; ascosporas 8.5-11.2(-14) × 3.2-4.8 µm, elipsoides, con un septo en la parte media, hialinas en KOH 5%, de pared delgada, rugosas.

Hábitat: Sobre ramas muertas de *Fagus mexicana* Martínez, en bosque mesófilo de montaña, a una altitud de 2078 m, ocasionando una pudrición blanda en la madera. Schroers (2001) la registra de ramas muertas de varios géneros de dicotiledóneas y monocotiledóneas. Guu et al. (2010) la reportan de ramas y troncos e inclusive sobre hojas de *Sphaeropteris lepifera* (J. Sm. ex Hook.) R.M. Tryon.

Distribución: Esta especie es de amplia distribución en el mundo. Schroers (2001) la menciona para Brasil, Ecuador, Estados Unidos de América, Francia, Guyana, Jamaica, Japón, México, Nueva Zelanda, Panamá, Sudafrica y Venezuela, mientras que Samuels et al. (2014) la han registrado de China, Nueva Zelanda, Hawaii, Panamá, Estados Unidos de América, Chaverri et al. (2011a) de Costa Rica y Guu et al. (2010) de Taiwan. En este trabajo se cita por primera vez de un bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo, ya que fue reportada por Rossman et al. (1999) y Schroers (2001) de Laguna Verde en el estado de Veracruz creciendo sobre hojas de *Yucca* L.

Notas taxonómicas: *Bionectria ochroleuca* es una especie común de regiones tropicales y templados (Schroers y Samuels, 1997; Schroers, 2001; Guu et al., 2010; Samuels et al., 2014). El espécimen recolectado se encontró con su anamorfo *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams, formando esporo-

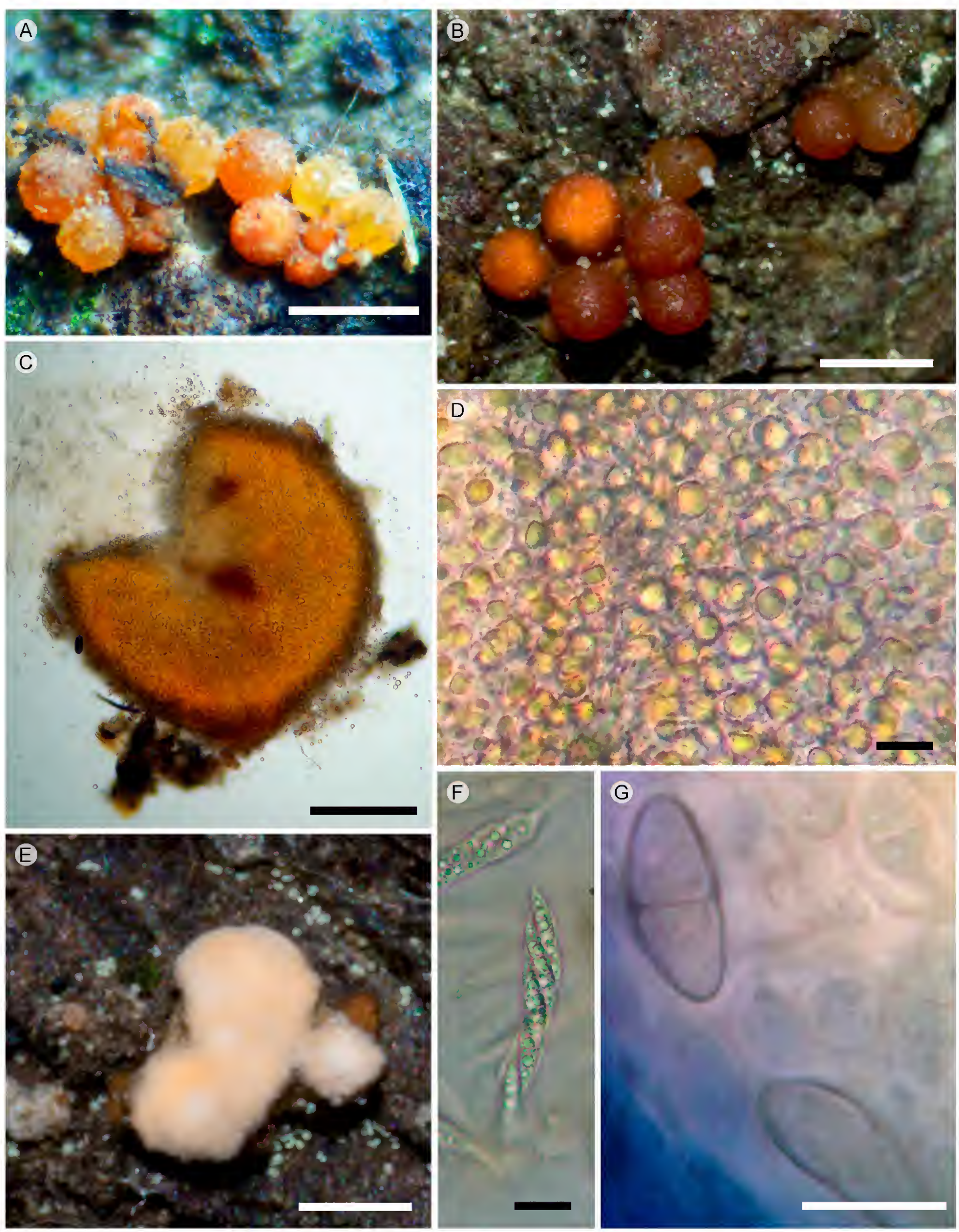


Figura 3: *Bionectria ochroleuca* (Schwein.) Schroers & Samuels: A. peritecios; B. peritecios deshidratados; C. peritecio; D. células de la pared del peritecio; E. esporodoquio; F. ascas; G. ascosporas. Escala: A y B=1 mm; C=100 µm; E=1 mm; D, F y G=10 µm.

doquios, con conidios 4 × 2.4 µm, ligeramente curvados. Rossman et al. (1999) y Schroers (2001) mencionan que las ascosporas son espinulosas, mientras que Schroers y Samuels (1997) y Guu et al. (2010) las describen como rugosas. Dichas diferencias se deben a que en microscopio óptico es difícil diferenciarlas por la naturaleza transparente de las ascosporas.

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zacualtipán de Ángeles, La Mojonera, sobre la desviación a Tlahuelompa, 20º37'41.6"N, 98º36'58.4"O, 16.V.2014, *E. Escudero-Leyva 410* (ENCB).

Hypomyces boletiphagus Rogerson & Samuels, Mycologia 81(3): 421. 1989. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. North Carolina, Henderson Co., Green Cove, South of Tuxedo, 20.IX.1980, *C. T. Rogerson 80-103* (holotipo: NY). Fig. 4A-H.

Subículo blanco a crema cuando joven, cambiando a marrón pálido en la madurez cubriendo el píleo, himenóforo y estípite, desaparece con la edad; peritecios 210-260 × 150-200 µm, cespitosos, inmersos en el subículo sobresaliendo el ostiolo a superficiales en la madurez, globosos a ovoides, de color naranja rojizo o marrón rojizo, en KOH 5% cambia a amarillo brillante o rojo; pared del peritecio de textura epidermoidea, 15-24 µm de grosor, con células subglobosas, elipsoidales a oblongas, de color amarillo-anaranjado a anaranjado rojizas en KOH, 3.2-6.4 µm de diámetro; papila peritecial cónica, 50-80 µm de alto y 50-100 µm de ancho; ascas 75-95 × 4-5.6 µm, octospóricas, cilíndricas, hialinas en KOH, uniseriadas a parcialmente biseriadas; ascosporas 8.8-12.8(-13.6) × 2.4-3.2 µm, naviculares a fusiformes, bicelulares, con el septo en la parte media o submedia, con la célula distal, 5.6-7.2 × 2.4-3.2 µm, más ancha y larga que la célula proximal, 3.2-6.4 × 1.6-2.4 µm, lisas a finamente verrugosas, no apiculadas.

Hábitat: Esta especie se encontró sobre un basidioma de *Leccinum* Gray, cubriéndolo en su totalidad. Se ha mencionado sobre *Austroboletus gracilis* (Peck) Wolfe, *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél., *Pulveroboletus ravenelii* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill y *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk por Rogerson y Samuels (1989).

Distribución: *Hypomyces boletiphagus* se conoce de Estados Unidos de América, Indonesia y Nueva Zelanda (Rogerson y Samuels, 1989) y se registra por primera vez para México.

Notas taxonómicas: Esta especie se caracteriza por formar los peritecios pequeños de menos de 300 µm, globosos, de color naranja-rojizo a marrón-rojizo, por las ascosporas bicelulares y pequeñas, menos de 14 µm (Rogerson y Samuels, 1989). Es afín a *Hypomyces badius* Rogerson & Samuels, *H. chrysospermus* Tul. & C. Tul. y *H. microspermus* Rogerson & Samuels por tener peritecios anaranjados, rojizos a marrón rojizos, y las ascosporas son bicelulares, pero éstas se separan de *H. boletiphagus* por tener las ascosporas más grandes (Rogerson y Samuels, 1989). *Hypomyces chlorinigenus* Rogerson & Samuels es otra especie afín que tiene ascosporas pequeñas 9-12 µm de largo, pero sus peritecios son de color ámbar y no cambian con KOH (Rogerson y Samuels, 1989).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14314* (ENCB).

Sarcopodium flavolanatum (Berk. & Broome) L. Lombard & Crous, Stud. Mycol. 80: 220. 2015. TIPO: SRI LANKA. Sin localidad, 1868, *G. H. K. Thwaites 239B* (holotipo: K). Fig. 5A-H.

Estroma errumpente en la corteza, inconspicuo, no visible cuando están maduros los peritecios, usualmente se forman primero los sinemas y después en la base de éstos los peritecios, o están separados ambos; peritecios 250-420 × 200-300 µm, solitarios a gregarios, cuando gregarios formando grupos 5 a 15, superficiales, globosos a

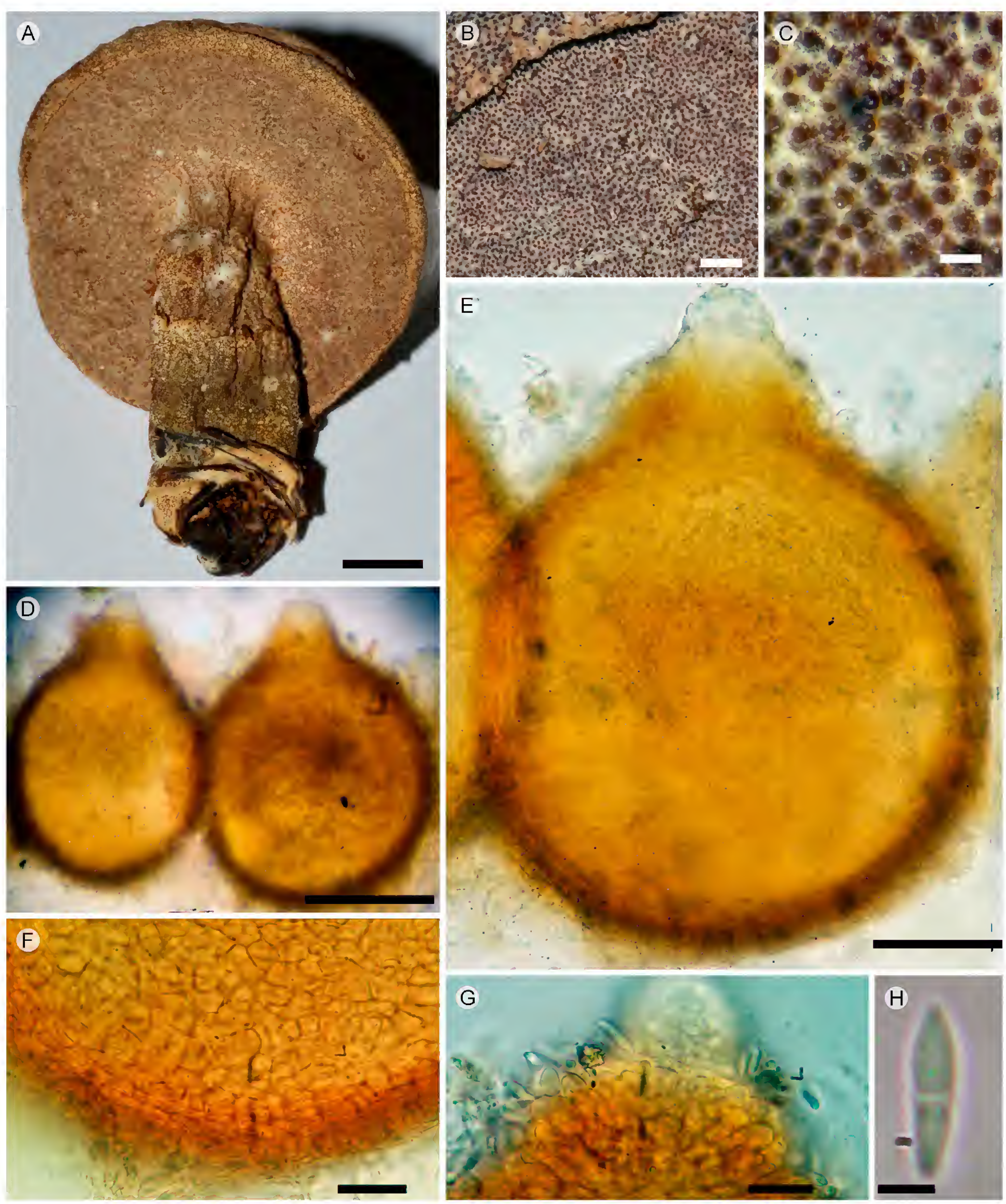


Figura 4: *Hypomyces boletiphagus* Rogerson & Samuels: A. peritecios sobre *Leccinum* Gray; B-E. peritecios; F. células de la pared del peritecio; G. células del ostiolo; H. ascospora. Escala: A=10 mm; B=1 mm; C=0.5 mm; D=100 µm; E=50 µm; F=25 µm; G=15 µm; H=5 µm.

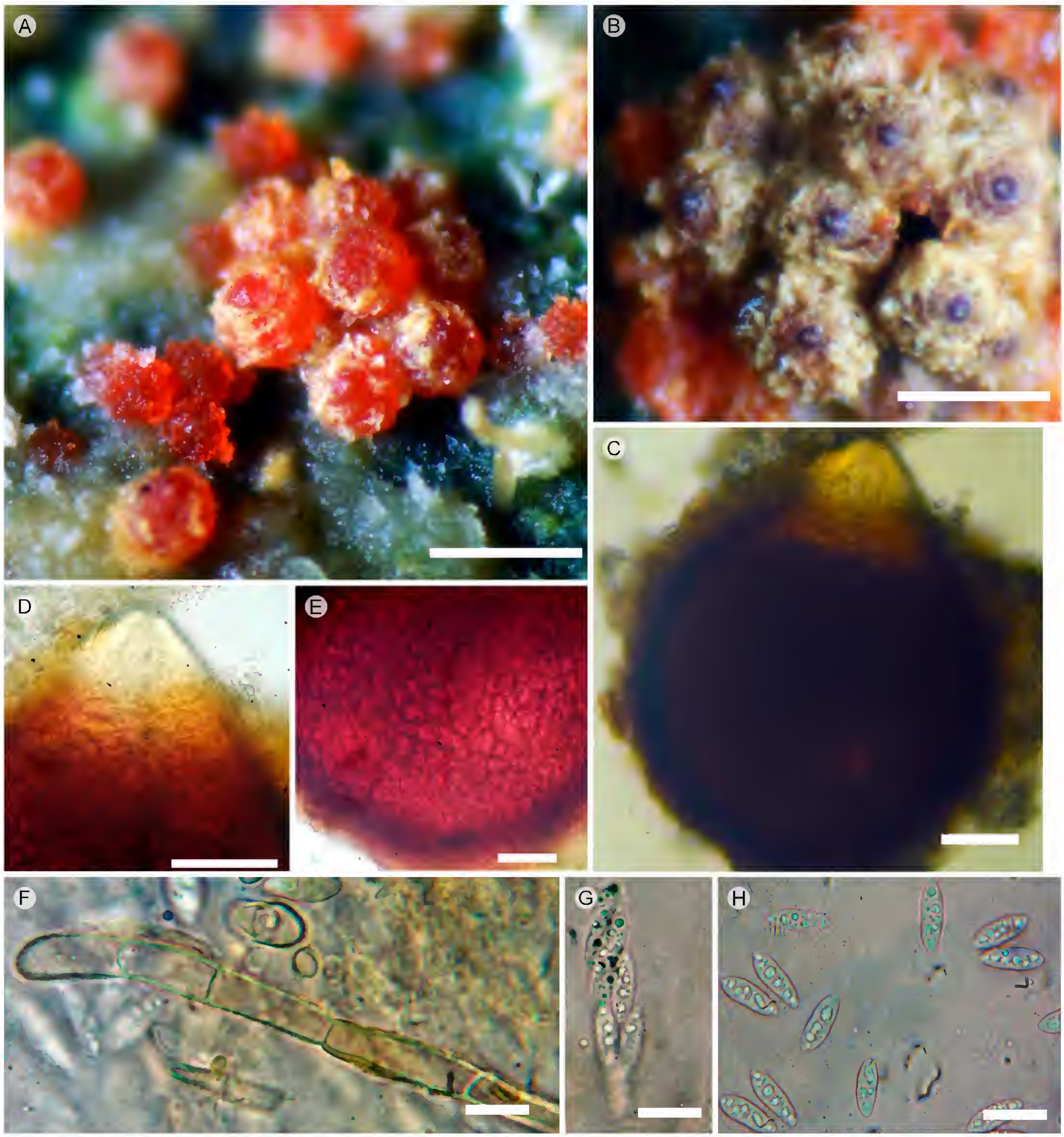


Figura 5: *Sarcopodium flavolanatum* (Berk. & Broome) L. Lombard & Crous: A. peritecios; B. peritecios deshidratados; C. peritecio; D. ostiolo; E. células de la pared del peritecio; F. pelos micelioides periteciales; G. asca; H. ascosporas. Escala: A y B=1 mm; C, D, y E=50 µm; F=8 µm; G y H=16 µm.

obpiriformes, rojos en fresco, cambiando a rojo oscuro en KOH, se obscurecen al secarse, sobre todo el ostiolo (Fig. 4B), rugosos por una cubierta vilosa a tomentosa, formada por pelos micelioides filamentosos, amarillo dorados; pared peritecial 25-40 µm de grosor, textura angular con células poligonales, rojizas en KOH, 12-16 × 8-14.2 µm con paredes engrosadas, hasta 2.4 µm de grosor; pelos micelioides periteciales 40-90 × 4-4.8 µm, flexuosos, no ramificados, rectos, ligeramente curvados en el ápice a ganchudos, con septos simples y frecuentes, pared ligeramente engrosada, fuertemente espinulosa; células del cuello del peritecio obscureciéndose en seco y hialinas en KOH, angulares, a epidermoides, 6-7 × 4-6 µm; ascas 48-64 × 9.6-10.4 µm, octospóricas, clavadas, hialinas en KOH, biseriadas; ascosporas 15-20 × 4.8-6.4 µm, oblongas a fusiformes, bicelulares, con septo en la parte media, no constreñidas en el septo, hialinas en KOH, de pared delgada, estriadas.

Habitat: Sobre corteza de un arbusto vivo de una angiosperma en un bosque mesófilo de montaña a una altitud de 1600 m, ocasionando una pudrición blanda.

Distribución: Pantropical, se ha mencionado de Sri Lanka y Guyana Francesa por Rossman et al. (1999) y de Taiwan por Guu et al. (2007), creciendo sobre corteza de angiospermas y de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos de América, India, Islas Cook, Nueva Zelandia, Panamá, Perú, Sri Lanka, Trinidad y Tobago, y Venezuela, y creciendo sobre madera y herbáceas muertas por Samuels y Dumont (1982). Se registra por primera vez para México.

Notas taxonómicas: La presencia de pelos micelioides que rodean al peritecio, la fase anamórfica que forma sinemas, generalmente presente junto con los peritecios, y el tamaño y ornamentación de las ascosporas son caracteres diagnósticos de esta especie. Especies afines son *Sarcopodium mammiforme* (Chardón) L. Lombard & Crous, *Sarcopodium raripilum* (Penz. & Sacc.) L. Lombard & Crous, *L. flocculenta* (Henn. & E. Nyman) Samuels & Rossman, las cuales presentan peritecios muy similares, pero se separan por el tamaño de las ascosporas, las dos primeras por presentar ascosporas más grandes (25-30 µm) y la última teniéndolas más pequeñas (10-13 µm de largo) (Rossman et al., 1999). Samuels y Dumont (1982) describieron esporas 13-18 × 4-5 µm, mientras que Rossman et al. (1999) las citan 13.5-18(-21) × 4-6(-7.5) µm y Guu et al. (2007) las menciona 15-20 × 5-5.5 µm, por lo que el espécimen mexicano entra dentro del rango del tamaño de esporas (15-20 × 4.8-6.4 µm), siendo un poco más grande que las registradas por Samuels y Dumont (1982) y más anchas que las descritas por Guu et al. (2007).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Molango, Laguna Atezca, km 232 de la carretera México - Laredo, 20°47'4"N, 98°43'3"O, 16.VII.2012, *T. Raymundo 4270* (ENCB).

Thelonectria ostrina Salgado & P. Chaverri, Fungal Diversity 70: 1-29. 2015. TIPO: PUERTO RICO. Caribbean National Forest, Luquillo Mountains, Rio Grande, trail to El Toro from Rt. 186, 650-750 m, on bark of unidentified recently dead tree, 24.II.1996, *G. J. Samuels et al.* (holotipo: BPI 745542). Fig. 6A-F.

Peritecios 300-600 × 250-400 µm de ancho, solitarios, gregarios a cespitosos, formando grupos pequeños (hasta 10 peritecios) a más 30, superficiales en el sustrato, o inmersos ligeramente en un estroma, globosos, no colapsado en seco, superficie brillante o lustrosa, lisa a rugosa, rojizo a rojo obscuro cambiando a carmín en KOH; ostiolo con una pequeña papila, pero no llega a ser mameliforme, más obscuro que el resto del peritecio; células de la pared del ostiolo bien definidas e irregulares en forma 2-5 µm de diámetro; pared del peritecio 25-40 µm, con células no definidas; ascas 64-96 × 8.8-9.6 µm, octosporadas, cilíndricas a clavadas, con un anillo apical refringente, uniseriadas; ascosporas 9.6-12(-13.2) × 4.4-4.8(-5.6) µm, bicelulares, elipsoidales, algunas ligeramente curvadas, con un septo en el centro, no constreñido, hialinas, espinulosas, de pared delgada.

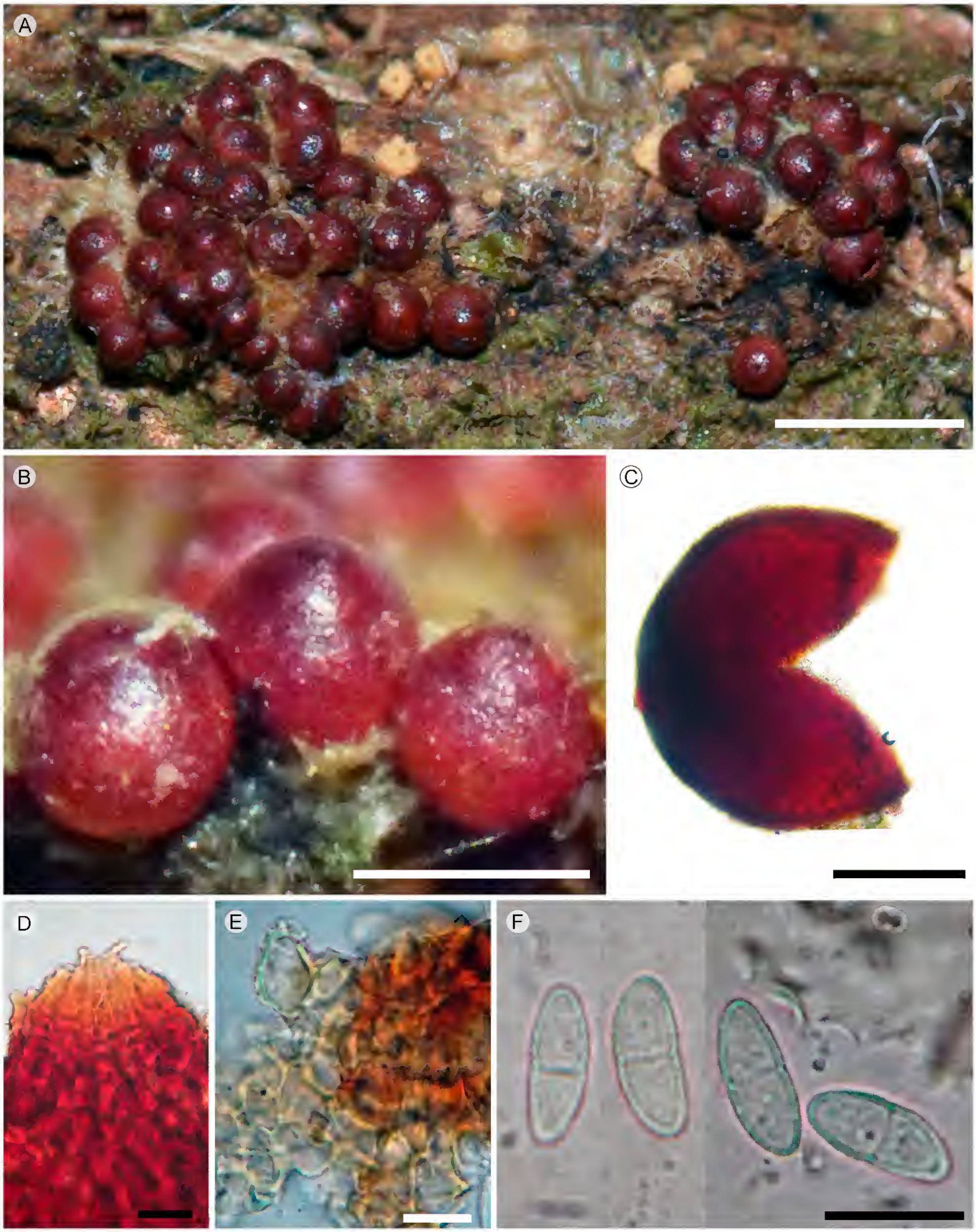


Figura 6: *Thelonectria ostrina* Salgado & P. Chaverri: A-C. peritecios; D. células del ostiolo; E. células de la pared del peritecio; F. ascosporas. Escala: A=1 mm; B=500 µm; C=100 µm, D=20 µm; E=10 µm; F=12 µm.

Hábitat: Sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de una angiosperma en bosque mesófilo de montaña.

Distribución: Se ha encontrado esta especie en Puerto Rico, Venezuela y Japón y probablemente esté ampliamente distribuida en los trópicos y subtrópicos del mundo (Salgado-Salazar et al., 2015).

Notas taxonómicas: *Thelonectria discophora* (Mont.) P. Chaverri & Salgado es una especie afín por tener los peritecios de color rojizo, lustrosos, lisos a ligeramente rugosos y cambia a rojo carmin en KOH, pero se separa por sus esporas más grandes (11.5-15.5 × 5-6.5 µm) y crece en regiones templadas del continente americano y europeo, a diferencia de la especie aquí tratada (Salgado-Salazar et al., 2015).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14306* (ENCB).

Thelonectria veuillotiana (Roum. & Sacc.) P. Chaverri & C. Salgado, Stud. Mycol. 68: 77. 2011. TIPO: FRANCIA. Lyon, Hieme 1879, in cortice putrescente de *Gleditsia triacanthos* L., *J. Therry 1076* legit. (isotipo: BPI). Fig. 7A-G.

Peritecios 396-414 × 284-360 µm, solitarios, gregarios, superficiales en el sustrato, globosos con un anillo apical, de color rojo intenso cambiando a magenta en KOH, liso y brillante; ostílo formado por un anillo apical 179-196 × 51-68 µm, con células alargadas, obpiriformes a cordiformes, 28-48 × 20-26.4 µm, de pared gruesa hasta 4 µm de grosor; células de la pared del peritecio de textura epidermoidea, globosas a irregulares 20-21.6 × 13.6-21.6 µm de diámetro; ascas octosporadas, clavadas 76-96 × 9-12 µm; ascosporas 13.6-16.8 × 5.6-7.2 µm, uniseriadas, bicelulares, con un septo en el centro no constreñido, hialinas, elipsoidales de pared delgada y espinulosa a verrugosa.

Habitat: Esta especie crece gregario sobre corteza de ramas en descomposición de árboles de angiospermas en bosque mesófilo de montaña.

Distribución: Cosmopolita (Chaverri et al., 2011a, b). Ha sido registrada de Alemania, Ecuador, Escocia, Francia, India, Inglaterra, Irlanda, Jamaica, Japón, Puerto Rico y República Dominicana (Brayford y Samuels, 1993). Se menciona por primera vez para México.

Notas taxonómicas: Esta especie se distingue por que en el cuello de los peritecios se forma un collar de células alrededor del ostiolo obpiriformes a cordiformes que junto con las células de la pared cambian de color rojo a magenta en KOH. Especies afines son *Thelonectria acrotyla* (Brayford & Samuels) C. Salgado & P. Chaverri, *T. coronata* (Penz. & Sacc.) P. Chaverri & C. Salgado y *T. platycephala* (Brayford & Samuels) C. Salgado & P. Chaverri, por formar el anillo apical en el ostiolo. Sin embargo, se separan las primeras dos por tener esporas más grandes y en la última son más pequeñas que la especie aquí estudiada (Brayford y Samuels, 1993). El material mexicano concuerda con la descripción dada por Brayford y Samuels (1993), aunque el tamaño de esporas es ligeramente más pequeño al mencionado por estos autores, pero está dentro del rango ((12.4-)14.7-19.3(-25) × (5-)6.5-7.8(-9.3) µm).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 27.VI.2012, *S. Bautista-Hernández 31* (ENCB).

Valetoniella pauciornata Samuels & M.E. Barr, Can. J. Bot. 75(12): 2175. 1997. TIPO: VENEZUELA. Departamento de Rio Negro, Neblina base camp, along Rio Mawarinuma, 4.V.1984, *G. J. Samuels 1907* (isotipo: NY). Fig. 8A-G.

Peritecios gregarios a dispersos, esféricos 170-250 µm de diámetro, pardo oscuro casi negro a veces cupulados o colapsados cuando se secan; setas abundantes, superficia-

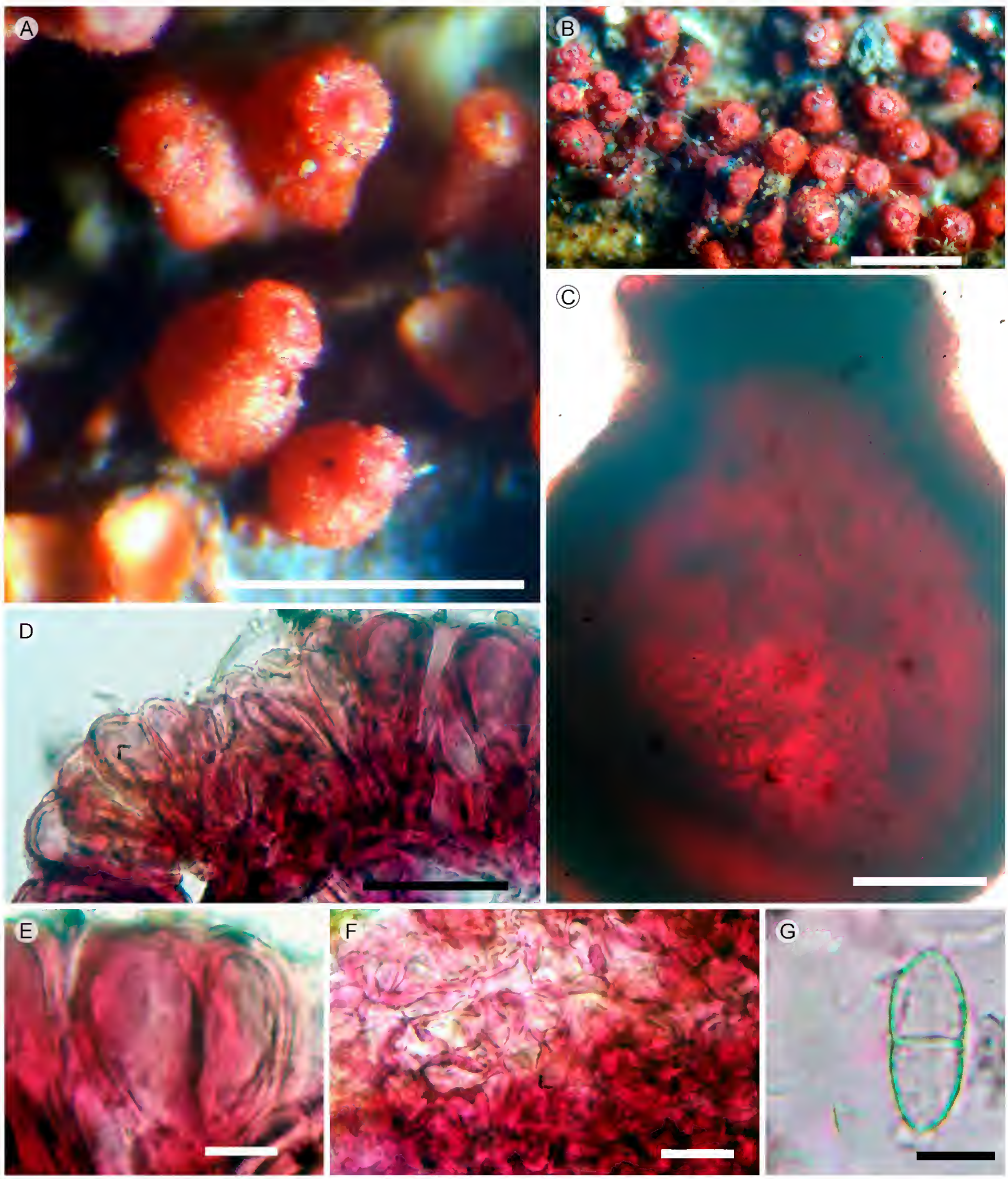


Figura 7: *Thelonectria veuillotiana* (Roum. & Sacc.) P. Chaverri & C. Salgado: A. peritecios; B. peritecios; D, E. células del ostiolo; F. células de la pared del peritecio; G. ascosporas. Escala: A y B=1 mm; C=100 µm; D=50 µm, E y F=10 µm; G=8 µm.

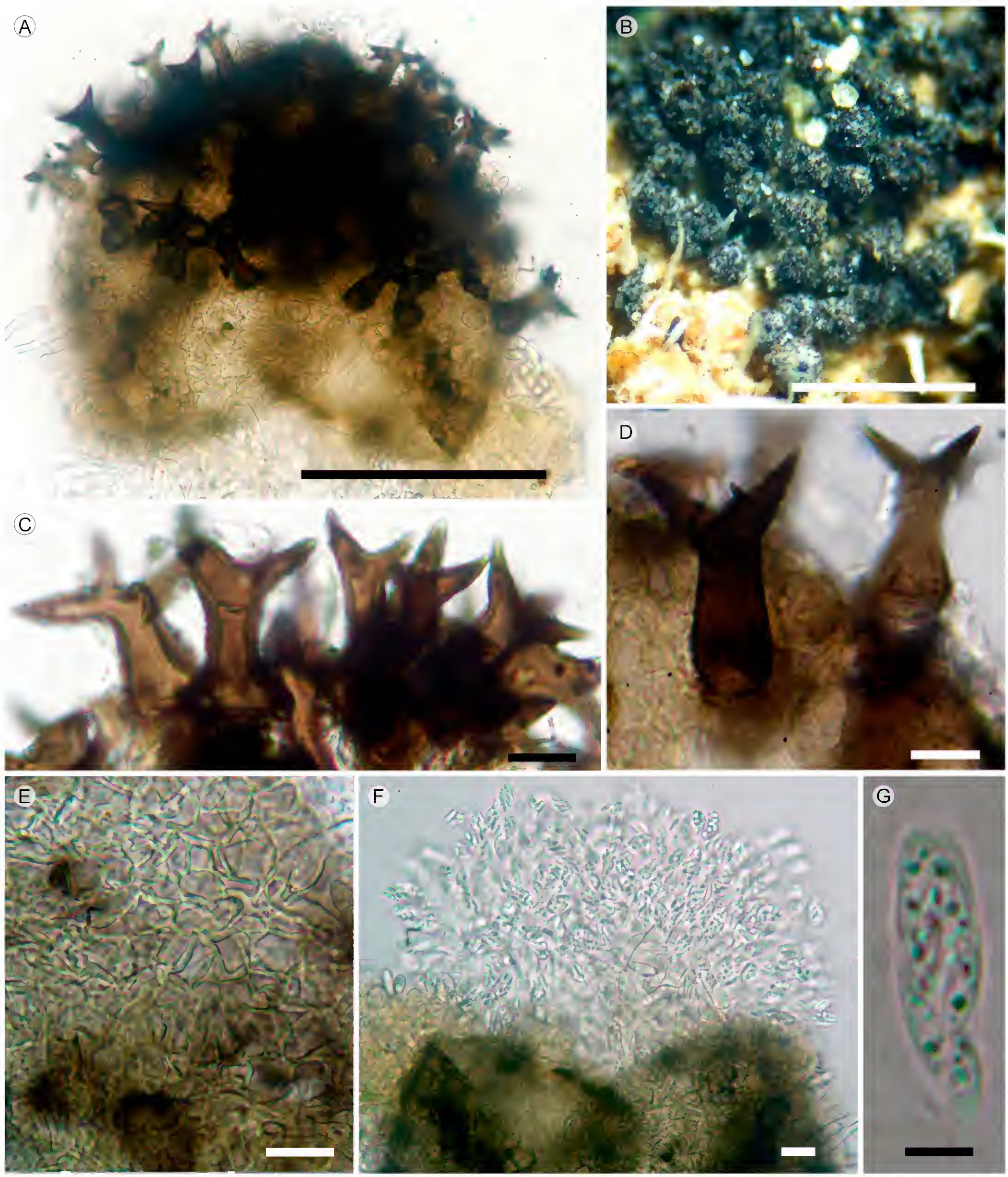


Figura 8: *Valetoniella pauciornata* Samuels & M.E. Barr: A. peritecio; B. peritecios; C, D. setas; E. células de la pared del peritecio; F. ascas; G. asca con ascosporas. Escala: A=100 µm y B=1 mm; C y D=10 µm; E y F=20 µm; G=8 µm.

les, ventricosas en la base y bifurcadas con el ápice agudo 38-50 × 12-15 µm; células del peridio angulares 6-10 µm de diámetro, de color marrón claro a marrón obscuro hacia la base; ascas 25-30 × 6-8 µm, octosporadas, clavadas biseriadas; ascosporas 7-10 × 2.5-3 µm, bicelulares, oblongo elipsoides, hialinas, lisas y no dextrinoides.

Hábitat: Parásito de *Bionectria grammicospora* (*R. Valenzuela 14311*) que estaba sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de angiosperma en bosque mesófilo de montaña. Ha sido mencionada como parásito de *Haematonectria haematococca* (Ver. & Broome) Samuels & Rossman y de *Nectria* sp. (Samuels y Barr, 1997).

Distribución: Ha sido citada de Venezuela y Puerto Rico (Samuels y Barr, 1997). Se registra por vez primera para México.

Notas taxonómicas: Los peritecios globosos de color marrón oscuro y setas ramificadas en el ápice, ascosporas hialinas, lisas y no dextrinoides son los caracteres diagnósticos de esta especie (Samuels y Barr, 1997). Especies afines son *Valetoniella claviornata* Samuels & M.E. Barr. y *V. crucipila* Höhn. por tener las setas ramificadas en el ápice y ser micoparásitos. La primera se distingue por esporas cilíndrico-fusoides y muy grandes (hasta 30 µm de largo), y la segunda porque, aunque tiene el mismo largo de esporas, son más anchas (3.5-5 µm), están fuertemente estriadas y son dextrinoides (Samuels, 1983; Samuels y Barr, 1997).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14315* (ENCB).

Viridispora alata (Samuels) Samuels & Rossman, Stud. Mycol. 42: 166. 1999. TIPO: VENEZUELA. Departamento de Bolivar, 118 km al sur de El Dorado sobre la carretera El Dorado - Santa Elena, 5.VIII.1972, *K.P. Dumont VE6960* (holotipo: VEN, isotipo: NY). Fig. 9A-G.

Peritecios de 270-450 × (160-)240-270 µm, globosos, piriformes a ovoides, no estromaticos, de color anaranjado, anaranjado rojizo o rojo, no se colapsan cuando secos, con un disco ostiolar plano no papilado, ligeramente más oscuro que las paredes periteciales, ornamentado con prominentes verrugas cónicas, de amarillentas a anaranjado rojizas, de hasta 150-180 µm de alto; estructura de las paredes periteciales no observada, por la dificultad de hacer cortes a navaja por los peritecios muy pequeños y solitarios; sólo se observó la estructura de las escamas o verrugas que presentan células de hasta 100 µm de largo, perpendiculares a la pared de las células periteciales; ascas 60-85 × 12-25 µm, biseriadas, clavadas; ascosporas (16-)19-23 × 7-9.2 µm, bicelulares, elipsoides a ampliamente ovoides, verde pálido en KOH, lisas, de pared delgada.

Hábitat: Sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de angiosperma en bosque mesófilo de montaña y asociado a otros Hypocreales.

Distribución: Se ha descrito de Costa Rica, Ecuador, Guyana, Guyana Francesa y Venezuela (Samuels, 1989). También ha sido mencionado del Este de Estados Unidos de América y Japón (Samuels et al., 2014), así como de Centroamérica por Chaverri et al. (2011a).

Notas taxonómicas: La presencia de peritecios de color rojo brillante con verrugas prominentes y ascosporas verde oliváceas en KOH son los caracteres diagnósticos para determinar la especie (Samuels, 1989). Una especie afín es *Viridospora penicilliferi* por que presenta verrugas en el peritecio y ascosporas verde pálido, pero se separa por tener las verrugas más cortas (hasta 65 µm) y las esporas más pequeñas (13-17 × 5-7 µm). Las demás especies del género no presentan las verrugas en el peritecio (Rossman et al., 1999).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14310* (ENCB).

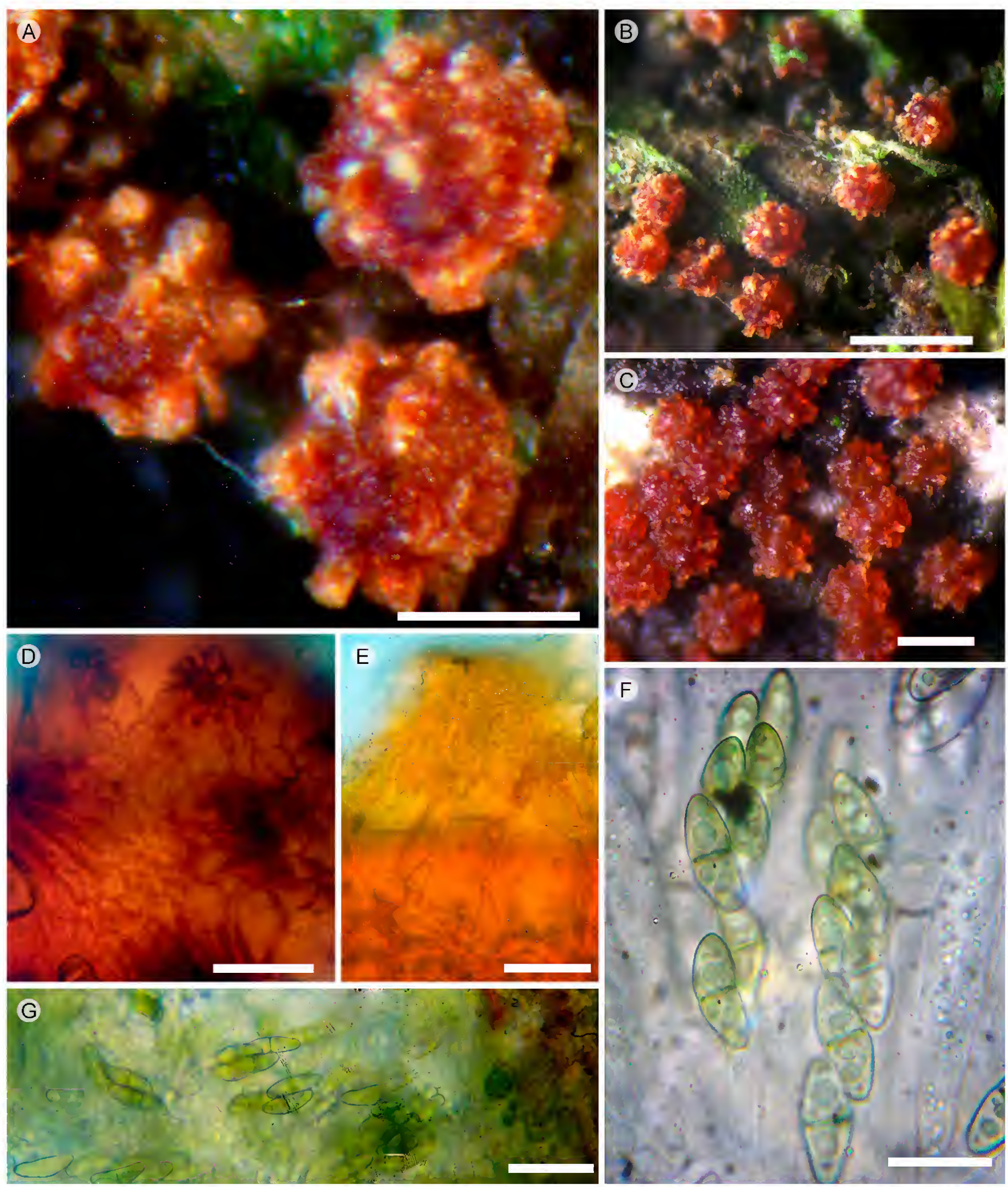


Figura 9: *Viridispora alata* (Samuels) Samuels & Rossman: A. peritecios; B, C. peritecios; D, E. ornamentaciones de la pared; F. ascas; G. ascosporas. Escala: A=200 µm; B=1 mm; C=400 µm; D y E =100 µm; F y G=20 µm.

Discusión

El presente trabajo refleja la gran diversidad que tienen los bosques mesófilos de montaña de la Sierra Alta Hidalguense y la amplia distribución de especies del orden Hypocreales en este tipo de vegetación y en México en general, dado que el conocimiento de este grupo de hongos se incrementó a 24 especies conocidas en el país. De las ocho especies estudiadas, todas son nuevos registros para el estado de Hidalgo y siete de ellas se citan por primera vez para México, por lo que se confirma la presencia de una gran riqueza de especies de hongos, considerando lo señalado por Villaseñor y Gual-Díaz (2014) que en este tipo de vegetación hay una alta biodiversidad. Por otro lado, el estado de Hidalgo por el momento es más diverso en México con respecto a especies del orden Hypocreales, con 15 especies: siete previamente citadas tanto del bosque mesófilo de montaña como de otros tipos de vegetación (Frutis y Guzmán, 1983) y las ocho que se registran en el presente trabajo. Le sigue el estado de Oaxaca con ocho especies. Es interesante mencionar que en una misma raíz adventicia de un árbol de angiosperma estaban creciendo cuatro de las especies estudiadas, tres directamente en la corteza (*Bionectria grammicospora*, *Thelonectria ostrina* y *Viridispora alata)* y *Valetoniella pauciornata* parasitando a *Bionectria grammicospora*.

Contribuciones de autores

TR, LRB y RV concibieron y diseñaron el estudio. TR, EEL, JGJ y RV realizaron las determinaciones de las especies, EEL, RSA, JGJ y LRB contribuyeron a la adquisición de datos importantes para el trabajo. Las fotos de las figuras fueron tomadas por TR y RV. TR escribió el manuscrito con la ayuda de LRB y RV. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por el Instituto Politécnico Nacional a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado en los proyectos SIP: 20150540, 20151530, 20161164, 20161166, 20170845, 20170846. También fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en los proyectos "Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo, Fondos Mixtos-Conacyt - Gobierno del Estado de Hidalgo (clave 95828)" y "Empoderamiento económico de las hongueras del municipio Acaxochitlán, Hidalgo, a través de procesos organizativos para la elaboración de productos alimenticios a base de hongos silvestres y cultivo orgánico de plantas" (clave S0005-2012-2-198333) de la convocatoria Inmujeres-Conacyt". Efraín Escudero Leyva fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (becario #294819) para realizar sus estudios de Maestría en Biociencias en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y además recibió el apoyo de la Beca de Estimulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI s.n./proyecto SIP: 20151530). Valenzuela agradece a la Comisión de Operación y Fomento de las Actividades Académicas del IPN y a la Secretaria de Posgrado e Investigación del IPN el apoyo recibido por las becas de exclusividad (SIBE y EDI) para realizar sus investigaciones.

Agradecimientos

Soto-Agudelo agradece al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Quindio en Colombia y al Curador del Herbario HUQ de la Universidad del Quindio por las facilidades otorgadas para realizar el presente trabajo. Valenzuela y Raymundo agradecen a las autoridades de la ENCB del IPN las facilidades otorgadas para realizar el presente estudio.

Literatura citada

Bautista, N., S. Chacón y G. Guzmán 1986. Ascomycetes poco conocidos de México, III. Especies del estado de Morelos. Revista Mexicana de Micología 2: 85-104.

Brayford, D. y G. J. Samuels. 1993. Some didymosporous species of *Nectria* with non-microconidial *Cylindrocarpon* anamorphs. Mycologia 85(4): 612-637. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/3760508

Chacón, S. y G. Guzmán. 1983. Ascomycetes poco conocidos en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 18: 183-218.

Chaverri, P., S. Huhndorf, J. D. Rogers y G. J. Samuels. 2011a. Microhongos comunes de Costa Rica y otras regiones tropicales. INBIO. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 241 pp.

Chaverri, P., C. Salgado, Y. Hirooka, A. Y. Rossman y G. J. Samuels. 2011b. Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (Nectriaceae, Hypocreales, Ascomycota) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. Studies in Mycology 68: 57-78. DOI: http://dx.doi.org/10.3114/sim.2011.68.03

Díaz-Barriga, H., F. Guevara-Fefer y R. Valenzuela. 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. Acta Botanica Mexicana 2: 21-24. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm2.1988.564

Frutis, I. y G. Guzmán. 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 18: 219-266.

García-Jiménez, J. y R. Valenzuela. 2005. Los Hongos Macromicetos. In: Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo. (eds.). Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Toopan Printing Co. Hong Kong, China. Pp. 321-337.

Guu, J. R., Y. M. Ju y H. J. Hsieh. 2007. Nectriaceous fungi collected from forest in Taiwan. Botanical Studies 48: 187-203.

Guu, J-R., Y. M. Ju y J. H. Hsieh. 2010. Bionectriaceous fungi collected from forests in Taiwan. Botanical Studies 51: 61-74.

Guzmán, G., M. A. Morón, F. Ramírez-Guillén y J. H. D. Wolf. 2001. Entomogenous *Cordyceps* and related genera from Mexico with discussions on their hosts and new records. Mycotaxon 78: 115-125.

Heredia, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. Acta Botanica Mexicana 7: 1-18. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm7.1989.577

Kirk, P. M., P. F. Cannon, D. W. Minter y J. A. Stalpers. 2008. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 10th. ed. CAB International, Cromwell Press. Wallingford, USA. 784 pp.

Pérez-Silva, E. 1977. Algunas especies del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 11: 145-153.

Pérez-Silva, E. 1978. Nuevos registros del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 12: 19-25.

Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta y T. Herrera. 1983. Distribución e importancia de algunas especies de *Hypomyces* (Hypocreales) en México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 54: 203-218.

Raymundo, T., R. Soto-Agudelo, S. Bautista Hernández, A. Morales-Campos y R. Valenzuela. 2016. Catálogo de los ascomicetos del bosque mesófilo de montaña de Tlanchinol, Hidalgo (México). Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid 40: 83-108.

Rogerson, C. T. y G. J. Samuels. 1989. Boleticolous species of *Hypomyces*. Mycologia 81(3): 413-432. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/3760079

Rossman, A. Y., G. J. Samuels, C. T. Rogerson y R. Lowen. 1999. Genera of Bionectriaceae, Hypocreaceae and Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes). Studies in Mycology 42: 1-248. DOI: http://dx.doi.org/10.5598/imafungus.2013.04.01.05

Salgado-Salazar, C., A. Y. Rossman, G. J. Samuels, Y. Hirooka, R. M. Sanchez y P. Chaverri. 2015. Phylogeny and taxonomic revision of *Thelonectria discophora* (Ascomycota, Hypocreales, Nectriaceae) species complex. Fungal Diversity 70: 1-29. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s13225-014-0280-y

Samuels, G. J. 1983. Ascomycetes of New Zealand 4. *Valetoniella crucipila* Hönnel and *Trichosphaerella tuberculata* sp. nov., two members of the Trichophariaceae with pseudoamyloid ascospores. New Zealand Journal of Botany 21: 157-161.

Samuels, G. J. 1988. Species of *Nectria* (Ascomycetes, Hypocreales) having orange perithecia and colorless, striate ascospores. Brittonia 40(3): 306-331. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2807484

Samuels, G. J. 1989. *Nectria* and *Penicillifer*. Mycologia 81(3): 347-355. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/3760073

Samuels, G. J. y K. P. Dumont. 1982. The genus *Nectria* (Hypocreaceae) in Panama. Caldasia 13(63): 379-423.

Samuels, G. J. y M. E. Barr. 1997. Notes on and additions to the Niessliaceae (Hypocreales). Canadian Journal of Botany 75: 2165-2176. DOI: http://dx.doi.org/10.1139/b97-928

Samuels, G. J., A. Y. Rossman, P. Chaverri, B. E. Overton, K. Põldmaa, D. F. Farr y E. B. McCray. 2014. Hypocreales of the Southeastern United States. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (/taxadescriptions/keys/HypocrealesSoutheastIndex.cfm).

Schroers, H. J. 2001. A monograph of *Bionectria* (Ascomycota, Hypocreales, Bionectriaceae) and its *Clonostachys* anamorphs. Studies in Mycology 46: 1-214.

Schroers, H. J. y G. J. Samuels. 1997. *Bionectria*: a genus for species of the *Nectria ochroleuca* group. Zeitschrift für Mykologie 63: 149-154.

Villaseñor, J. L. y M. Gual-Díaz. 2014. El bosque mesófilo de montaña en México y sus plantas con flores. In: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). Bosques mesófilos de montaña en México. Diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cd. Mx., México. Pp. 221-236.

Acta Botanica Mexicana 120: 59-111 Julio 2017

Artículo de investigación

Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México

Preliminary study of the genus *Quercus* (Fagaceae) in Tamaulipas, Mexico

Erika Pérez Mojica[1], Susana Valencia-A.[1,2]

1 Universidad Nacional Autónoma de México, Herbario Nacional de la Facultad de Ciencias (FCME), Circuito exterior s.n., Ciudad Universitaria, 04510 Cd. Mx., México.
2 Autor para la correspondencia: svalenciaa.unam@gmail.com

Citar como:
Pérez Mojica, E. y S. Valencia-A. 2017. Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México. Acta Botanica Mexicana 120: 59-111. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1264

Recibido: 19 de marzo de 2015.
Revisado: 12 de agosto de 2016
Aceptado: 20 de abril de 2017.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1264

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El estado de Tamaulipas se ubica en el noreste de México, región considerada con alta riqueza de encinos, pero carente de inventarios y de herramientas para identificar las especies de *Quercus*. El objetivo de este trabajo es conocer la riqueza específica del género *Quercus* en Tamaulipas y proporcionar herramientas para su identificación.
Métodos: Se revisaron los ejemplares de *Quercus* depositados en los herbarios CHAP, ENCB, FCME, HUAP, INEGI, INIF y MEXU; así como los ejemplares escaneados del género *Quercus* de Tamaulipas de los herbarios MO y K disponibles en la página electrónica de Trópicos y los tipos de las especies en JSTOR Global Plants. Paralelamente se revisaron las publicaciones de Tamaulipas, particularmente las listas florísticas que incluyen el género *Quercus*, resultando en una lista preliminar de especies colectadas y reportadas. La revisión de ejemplares y el reconocimiento de los sinónimos permitió depurar la lista de especies. Con base en la información anterior, se prepararon las descripciones de las especies de encinos.
Resultados clave: Se reconocen y describen 37 especies del género *Quercus* para Tamaulipas: 20 de la sección *Lobatae* y 17 de *Quercus*. Además, se proporciona una clave dicotómica para su identificación, dibujos de cada una de ellas, datos de distribución, y fenología de cada especie.
Conclusiones: Se confirmó la presencia de *Q. durifolia, Q. invaginata, Q. paxtalensis* y *Q. potosina* que no se habían mencionado antes para el estado. Tamaulipas se ubica en el quinto lugar en cuanto a riqueza de encinos después de Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Jalisco. La riqueza de encinos se concentra en el sur del estado. Miquihuana, Jaumave y Victoria son los municipios más diversos en *Quercus*. Debe llevarse a cabo trabajo de campo para incrementar la colecta lo que seguramente modificará las cifras de las especies de este estudio.

Palabras clave: conservación, distribución, encinos, endemismo, riqueza de especies.

Abstract:

Background and Aims: The state of Tamaulipas is located in northeastern Mexico, a region considered species-rich in oaks; however, inventories and tools for identifying species of the genus *Quercus* are lacking. The aim of this work is to know the species richness of the genus *Quercus* in Tamaulipas, as well as provide tools for identifying them.
Methods: The specimens of the genus *Quercus* deposited in the herbaria CHAP, ENCB, FCME, HUAP, INEGI, INIF and MEXU were reviewed; additionally, the scanned specimens of the genus *Quercus* of Tamaulipas from the herbaria MO and K were consulted on the Tropicos web page, as well as the types available on the page JSTOR Global Plants. Parallely, publications about Tamaulipas with emphasis on floristic lists including the genus *Quercus* were reviewed, resulting in a preliminary list of species collected and reported for this state. The review of specimens and the recognition of respective synonyms allowed to purify the list of species. Based on this information descriptions of the oak species were prepared.
Key results: We recognize and describe 37 species of the genus *Quercus* for Tamaulipas; 20 belong to the section *Lobatae* and 17 to the section *Quercus*. In addition, a dichotomous identification key is provided, as well as drawings, distribution and phenological data of each species.
Conclusions: The presence of *Quercus durifolia*, *Q. invaginata*, *Q. paxtalensis*, and *Q. potosina* has been confirmed, which had not been mentioned before for the state. Tamaulipas ranks fifth in terms of oak richness, after the states of Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, and Jalisco. Oak species richness is concentrated in southern Tamaulipas. Miquihuana, Jaumave, and Victoria are the municipalities with the largest diversity of oaks. Fieldwork should be carried out to increase collections, which will certainly result in modification of the species numbers of the present study.

Key words: conservation, distribution, endemism, oaks, species richness.

Introducción

El género *Quercus* L. es característico de las regiones montañosas templadas del hemisferio norte en donde tiene gran importancia ecológica en los bosques de los que forma parte. Además, es uno de los géneros más utilizados por el hombre como fuente de carbón y madera de alta belleza, resistencia y durabilidad (Aldrich y Cavender-Bares, 2011). La accidentada topografía de México, así como la presencia de complicados sistemas montañosos que recorren el país han contribuido a que el territorio sea una de las áreas de mayor diversidad a nivel mundial con aproximadamente 161 especies de encinos distribuidas en tres secciones, de las que 81 pertenecen a la sección *Quercus*, 76 a *Lobatae* Loudon y cuatro a *Protobalanus* (Trel.) A. Camus, mientras que 109 son consideradas endémicas de México (Valencia-A., 2004).

Debido a su gran diversidad específica, su complicada taxonomía y su importancia ecológica, económica y evolutiva, los encinos mexicanos han sido objeto de numerosos estudios, como los de hibridación (González et al., 2004; Tovar-Sánchez y Oyama, 2004; Tovar-Sánchez et al. 2008; Albarrán-Lara et al., 2010; Peñaloza-Ramírez et al., 2010), distribución y endemismo (Torres-Miranda et al., 2011 y 2013; Valencia-A. y Gual, 2014), usos (Luna-José et al., 2003), exploración de caracteres de importancia taxonómica en el género (Valencia y Barajas-Morales, 1995; Valencia y Delgado, 2003; Vázquez, 2006; Pérez-Olvera y Dávalos-Sotelo, 2008; Scareli-Santos et al., 2013), taxonomía de algunos complejos de especies (Valencia, 2005; Romero, 2006; Vázquez y Nixon 2013) y de diversidad en algunas entidades (Banda, 1974; González-Villarreal, 1986; Bello y Labat, 1987; De la Cerda, 1989; Valencia, 1989 y 1995; Vázquez, 1992; Encina y Villareal, 2002; Romero et al., 2002; Valencia et al., 2002; Villarreal et al., 2008; Sabás, 2011; Valencia y Nixon, 2011). No obstante el interés y la gran cantidad de información acumulada para este taxon, aún faltan por realizar estudios básicos para conocer con precisión la riqueza específica regional y estatal del género *Quercus* en México.

Nixon (1993) y Valencia-A. (2004) señalaron que una de las regiones más diversas para el género *Quercus* es el noreste de México, en donde se ubican los estados de Nuevo León, para el que Banda (1974) cita 31 especies; Coahuila del que se conocen 32 (Encina y Villarreal, 2002), San Luís Potosí con 45 (Sabás, 2011) y Tamaulipas, para el que solo se conocen datos parciales sobre la riqueza de *Quercus*. Tal es el caso de la Reserva de la Biósfera "El Cielo", de donde Puig et al. (1987) y Hernández (1998) reportaron cinco especies para el bosque mesófilo de montaña. Puig (1968) también reportó 11 para la Sierra de Tamaulipas, y Chimal et al. (2006) estudiaron la vegetación de la Cuenca Joya de Salas observando la presencia de 15 de las mismas. Martínez y Díaz-Salas (2000) citaron tres especies para la Sierra de San Carlos, García (2009) reportó 26 taxa de encinos en el Área Natural Protegida Altas Cumbres, Nixon y Muller (1993) describieron *Quercus miquihuanensis* Nixon & C.H. Mull. de los alrededores de Miquihuana, y Valencia y Cartujano (2002) reportaron *Q. pinnativenulosa* C.H. Mull. para el estado. Asimismo, los trabajos de Nixon (1993), Nixon y Muller (1997), Jensen (1997), Zavala (1998), Valencia-A. (2004), Romero (2006) y Torres-Miranda et al. (2011) hacen referencia a algunas especies de encinos presentes en Tamaulipas, mostrando evidencias de que éste es uno de los estados de la República Mexicana más interesantes en cuanto a la diversidad de encinos que presenta. Recientemente, García et al. (2014) publicaron una lista de 47 especies de *Quercus* para Tamaulipas. Sin embargo, algunas de ellas no fueron encontradas en los herbarios revisados para la elaboración de este estudio, y desafortunadamente García y colaboradores no citan los ejemplares en que se basaron para la obtención de la mencionada lista.

De esta forma, este trabajo tiene como objetivo conocer la riqueza específica del género *Quercus* en Tamaulipas y brindar herramientas para su identificación en dicho estado, para lo cual se proporcionan descripciones, una clave dicotómica y un dibujo para cada especie.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estado de Tamaulipas se ubica en el noreste de México, tiene una superficie de 78,380 km^2, está dividido en 43

municipios y es atravesado por el Trópico de Cáncer al sur de la capital de Ciudad Victoria (INAFED, 2016). De acuerdo con Ferrusquía-Villafranca (1993) comprende tres provincias fisiográficas: la Sierra Madre Oriental, la Llanura Costera del Golfo (que es la que ocupa la mayor superficie del territorio) y las Grandes Llanuras de Norteamérica. Climáticamente el estado comprende dos zonas: la parte sur, donde predominan los climas cálidos y relativamente húmedos, mientras que en el centro y el norte son menos calurosos, con lluvias escasas distribuidas en el año (INEGI, 2017).

El intervalo altitudinal en Tamaulipas va desde el nivel del mar hasta los 3510 m, en el cerro Peña Nevada, en el este de la Sierra Madre Oriental en los límites con el estado de Nuevo León. Otras elevaciones en esta cordillera son la Sierra Borregos con 3240 m, la Sierra Mocha con 2760 m y la Sierra Chiquita con 1720 m. En el occidente y en el límite internacional se encuentra una extensión de lomeríos interrumpidos por la Sierra Borrada, con una altitud de 1240 m (INEGI, 2017). La Llanura Costera está interrumpida por elevaciones como San Carlos y Cruillas. Sus ríos más importantes son el Río Bravo, el Conchos, Soto La Marina y Guayalejo, que desembocan en el Golfo de México.

Los estudios de comunidades vegetales en Tamaulipas, presentados por Sosa (1987), Puig et al. (1987), Hernández et al. (1991), Martínez y Novelo (1993), Valiente-Banuet et al. (1995) y González-Medrano (2012), permitieron documentar la presencia, principalmente, de siete tipos de vegetación para el estado: matorral xerófilo (espinoso, esclerófilo y crassicaule), bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, bosque de pino, y vegetación acuática y subacuática.

González-Medrano (2012) señala la presencia de tres tipos de matorrales: el esclerófilo, chaparral o encinar arbustivo en el centro y noreste de Tamaulipas en las zonas elevadas del sotavento de la Sierra Madre Oriental (1850-2800 m); el matorral alto subinerme en las regiones de sotavento de la misma Sierra, al suroeste de Tamaulipas, por debajo de los 1700 m, y el matorral espinoso tamaulipeco que se encuentra en las planicies y lomeríos bajos del centro, norte y noreste del estado, en sitios con mayor precipitación pluvial que los matorrales anteriores y en elevaciones por debajo de los 500 m. La composición florística y fisonomía de estas comunidades difiere dependiendo del sustrato sobre el que se desarrollan.

El bosque tropical caducifolio se desarrolla en laderas de fuertes pendientes, alta pedregosidad y suelos poco desarrollados. Está presente en el municipio de Gómez Farías y Llera, dentro de la Reserva de la Biósfera "El Cielo" en altitudes entre los 200 y 800 m. En las zonas más húmedas de esta región, es sustituida por el bosque tropical subcaducifolio (Valiente-Banuet et al., 1995).

El bosque mesófilo de montaña tiene su mayor desarrollo en la reserva El Cielo, a altitudes entre los 700 y 1400 m, con árboles que alcanzan alturas hasta de 25 a 30 m, con abundantes lianas y epífitas producto de la alta humedad atmosférica.

El bosque de *Quercus* se desarrolla entre los 700 y los 1800 m. Generalmente se encuentra en sucesión altitudinal con el bosque mesófilo de montaña. Es posible observar dos tipos de encinares: encinares secos, por lo general caducifolios o subcaducifolios que se distribuyen principalmente en la vertiente de sotavento desde los 700 m, y los más húmedos que están en la vertiente de barlovento. Los árboles en estos encinares alcanzan alturas de alrededor de 20 m, son comunes las especies epífitas y la comunidad es perennifolia.

El bosque de coníferas se desarrolla altitudinalmente por arriba de los 1800 m a manera de escasos manchones aislados de la Planicie Costera. Los géneros dominantes pueden ser *Pinus* sp., *Juniperus* sp. y *Cupressus* sp. En las cumbres más altas pueden estar presentes *Agave* sp. y *Vaccinium* sp.

La vegetación acuática y subacuatica se desarrolla en los ríos, presas, lagunas de agua salda y de agua dulce, así como charcas temporales y permanentes que se localizan en diversas partes de Tamaulipas y con diversas profundidades. La salinidad, la profundidad de los cuerpos de agua y la vegetación circundante al cuerpo de agua serán factores determinantes para la composición florística de estas comunidades. Destaca la laguna Madre que

es uno de los cuerpos de agua con mayor extensión, contando con 9053 km^2 y que se extiende paralela a la costa (Martínez y Novelo, 1993).

El presente trabajo se basó en la revisión y el análisis de 414 ejemplares del género *Quercus* del estado de Tamaulipas depositados en los herbarios de la Universidad Autónoma de Chapingo (CHAP), la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FCME), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (HUAP), el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIF) y el Herbario Nacional en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU). Asimismo, se consultaron los ejemplares escaneados de los herbarios MO (Missouri Botanical Garden) y K (Royal Botanical Garden) disponibles en la página electrónica tropicos.org (TROPICOS, 2016-2017), así como los tipos disponibles en la página electrónica JSTOR Global Plants (JSTOR, 2016-2017).

Dichas actividades permitieron verificar y, en su caso, reidentificar los ejemplares del género colectados en Tamaulipas, así como conocer la variación morfológica de las especies para elaborar las descripciones de cada una. La reidentificación y corroboración de los ejemplares de herbario se hizo con base en las claves, descripciones e imágenes proporcionadas en los trabajos de Trelease (1924), Muller (1942, 1951), De la Cerda (1989), Vázquez (1992), Jensen (1997), Nixon y Muller (1997), Villarreal et al. (2008) y Sabas (2011).

Paralelamente se revisaron las publicaciones para Tamaulipas con énfasis en las que registran listas florísticas con inclusión del género *Quercus*. Así, se obtuvo una lista preliminar de las especies colectadas y reportadas para este estado, la cual se depuró con la revisión de material en los diferentes herbarios referidos y con el reconocimiento de los sinónimos respectivos.

Las descripciones de las especies son presentadas en orden alfabético. Los caracteres de flores solo se presentan en las especies en las que se encontraron tales estructuras en el material de herbario. La descripción del fruto incluye la proporción de la longitud de la bellota que está incluida en la copa del fruto para cada especie. La sinonimia propuesta se basa en Valencia-A. (2004) y Valencia y Flores-Franco (2006) y solo se anotan los sinónimos cuyos tipos hayan sido colectados en el noreste de México y los que han sido citados en algún trabajo como especies del género presentes en Tamaulipas. Los datos de hábitat, fenología, material para ilustrar, así como las descripciones, se elaboraron con base en los ejemplares de Tamaulipas revisados. Para la distribución estatal se revisó material adicional de herbario que permitió corroborar la presencia de cada especie en los estados referidos.

Cuadro 1: Riqueza de especies del género *Quercus* L. en el estado de Tamaulipas por secciones.

	Secccion *Quercus*	Seccion *Lobatae*
1	*Q. fusiformis* Small	*Q. affinis* Scheidw.
2	*Q. germana* Schltdl. & Cham.	*Q. canbyi* Trel.
3	*Q. greggii* (A. DC.) Trel.	*Q. castanea* Née
4	*Q. invaginata* Trel.	*Q. crassifolia* Bonpl.
5	*Q. laceyi* Small	*Q. durifolia* Seemen
6	*Q. laeta* Liebm.	*Q. eduardi* Trel.
7	*Q. microphylla* Neé	*Q. emoryi* Torr.
8	*Q. muehlenbergii* Engelm.	*Q. galeanensis* C.H. Mull.
9	*Q. oleoides* Schltdl. & Cham.	*Q. gravesii* Sudw.
10	*Q. polymorpha* Schltdl. & Cham.	*Q.* aff. *hintoniorum* Nixon & C.H. Mull.
11	*Q. porphyrogenita* Trel.	*Q. hypoxantha* Trel.
12	*Q. potosina* Trel.	*Q. mexicana* Bonpl.
13	*Q. pringlei* Seemen	*Q. miquihuanensis* Nixon & C.H. Mull.
14	*Q. sebifera* Trel.	*Q. paxtalensis* C.H. Mull.
15	*Q. striatula* Trel.	*Q. pinnativenulosa* C.H. Mull.
16	*Q. tinkhamii* C.H. Mull.	*Q. rysophylla* Weath.
17	*Q. vaseyana* Buckley	*Q. saltillensis* Trel.
18		*Q. sartorii* Liebm.
19		*Q. sideroxylla* Liebm.
20		*Q. xalapensis* Bonpl.

Resultados

En el estado de Tamaulipas se encontraron 37 especies del género *Quercus*, 20 de la sección *Lobatae* o encinos rojos y 17 de la sección *Quercus* o encinos blancos. (Cuadro 1).

QUERCUS L. Sp. Pl. 2: 994. 1753. TIPO: *Quercus robur* L.

Árboles o arbustos monoicos; yemas escamosas, apicales y axilares; estípulas subuladas o liguladas, generalmente decíduas; hojas simples, alternas, pecioladas; amentos masculinos con flores sintépalas 5-6 lobuladas; estambres (3)5-10 libres; inflorescencias femeninas dicasios unifloros, con raquis leñoso, flores con cáliz con 6 lóbulos que se adhieren a la base de los estilos; ovario ínfero, trilocular, óvulos 2 por lóculo; estilos 3 libres; fruto una nuez con una semilla, parcialmente cubierta en la base por una cúpula leñosa, 5 óvulos abortados. Número cromosómico básico 12 (Valencia, 1989).

Género con aproximadamente 531 especies en todo el mundo (Govaerts y Frodin, 1998). Se conocen 161 species para México (Valencia-A., 2004).

Clave para la determinación de las especies del género *Quercus* de Tamaulipas

1a. Hojas con margen entero, sin ondulaciones, ni crenas, ni dientes, a veces con el ápice mucronado o aristado …..... 2

1b. Hojas con margen dentado, lobulado, crenado o con el margen aristado o mucronado …..... 13

2a. Envés de la hoja glabro o con escasos tricomas sobre las venas …..... 3

2b. Envés de la hoja pubescente a tomentoso, con tricomas homogeneamente distribuidos sobre la superficie, ocultando o no la epidermis …..... 8

3a. Hojas maduras completamente glabras 4

3b. Hojas maduras con escasos tricomas en el envés y a lo largo de la vena media 6

4a. Hojas semicoriáceas a coriáceas, lanceoladas o elíptico-lanceoladas; base agudo-redondeada .... *Q. pinnativenulosa*

4b. Hojas coriáceas, ovadas, oblongas; base subcordada, cordada u obtusa 5

5a. Haz liso, envés de las hojas ligeramente papiloso, no ceroso ..... *Q. porphyrogenita*

5b. Haz rugoso, envés glauco-ceroso y papiloso .... *Q. polymorpha*

6a. Hojas 8-17(-19) × 3-7(-9) cm; haz con venas impresas que dan una apariencia marcadamente rugosa, venas secundarias 10-15(-17) a cada lado de la vena media ..... *Q. rhysophylla*

6b. Hojas 1.8-5 × 0.6-1.5 cm; haz con venas no impresas, venas secundarias 5-12 a cada lado de la vena media 7

7a. Arbustos, rara vez árboles pequeños, 0.5-3 m de altura; hojas con base redondeada a subcordada, ápice mucronado, envés opaco ..... *Q. pringlei*

7b. Árboles hasta 12 m de altura; hojas con base subcordada, ápice aristado, envés lustroso .... *Q. saltillensis*

8a. Superficie del envés de las hojas total y apretadamente cubierto por tricomas que ocultan la epidermis 9

8b. Superficie del envés de la hoja laxamente cubierto por tricomas que dejan ver la epidermis 12

9a. Árboles; hojas obovadas ..... *Q. oleoides*

9b. Arbustos; hojas elípticas, ovadas o lanceoladas ... 10

10a. Envés de la hoja con tricomas fasciculados estipitados dando un aspecto lanoso y rojizo; haz de la hoja glabro o con escasos tricomas en la base de la vena media, ápice de la hoja aristado .... *Q. miquihuanensis*

10b. Envés de la hoja con tricomas fasciculados sésiles ligeramente aracnoides, blanquecinos; haz de la hoja con tricomas distribuidos laxamente en toda la superficie, ápice de la hoja mucronado 11

11a. Láminas semicoriáceas; hojas 0.5-2 × 0.3-0.7 cm, apretadamente dispuestas en las ramillas, margen plano ..... *Q. striatula*

11b. Láminas coriáceas; hojas 1.2-4 × 0.7-2 cm, laxamente dispuestas en las ramillas, margen ligeramente revoluto ..... *Q. microphylla*

12a. Envés de la hoja con tricomas fasciculados de radios contortos, margen de las hojas ligeramente revoluto, epidermis lisa ..... *Q. mexicana*

12b. Envés de la hoja con tricomas fasciculados de radios crispados, margen de la hoja plano, epidermis papilosa ..... *Q. durifolia*

13a. Hojas con margen lobulado, crenado o dentado mucronado, nunca aristado 14

13b. Hojas con margen dentado aristado 29

14a. Envés de la hoja glabro o con escasos tricomas sobre las venas o en las axilas de las venas secundarias ... 15

14b. Envés total y homogéneamente pubescente, ocultando o no la epidermis 20

15a. Envés de las hojas ceroso 16

15b. Envés de las hojas no ceroso 18

16a. Arbustos rizomatosos o pequeños árboles hasta 1.5 m de altura; hojas glaucas en el haz; venas secundarias 4-7 a cada lado de la vena media ..... *Q. sebifera*

16b. Árboles 6-20 m de altura; hojas lustrosas en el haz; venas secundarias 8-14 a cada lado de la vena media ... 17

17a. Hojas ovadas u oblongas hasta 12 cm de largo; peciolos 0.9-2.5 cm de largo; haz ligeramente rugoso ... . *Q. polymorpha*

17b. Hojas obovadas, oblanceoladas o lanceoladas hasta 18.4 cm de largo; peciolos (3)4-5(6) mm de largo; haz no rugoso ..... *Q. germana*

18a. Margen de las hojas lobulado; envés con algunos tricomas fasciculados sésiles hacia la base de la lámina ..... *Q. laceyi*

18b. Margen de las hojas con 1-3 dientes; envés con algunos tricomas estrellados sésiles 19

19a. Generalmente arbustos, rara vez árboles pequeños 0.5-3 m de altura; hojas con base redondeada, ápice mucronado o redondeado, envés opaco ... *Q. pringlei*

19b. Generalmente árboles 2-12 m de altura; hojas con base subcordada, ápice aristado, rara vez redondeado, envés lustroso ..... *Q. saltillensis*

20a. Envés de la hoja cubierto laxamente por tricomas, dejando ver la epidermis 21

20b. Envés de la hoja cubierto densamente por tricomas, ocultando la epidermis 24

21a. Hojas generalmente oblongas a elípticas; margen con 3-6 dientes distribuidos por arriba de la 1/2 o hacia el ápice 22

21b. Hojas generalmente obovadas, lanceoladas, oblanceolas u oblongas; margen con 4 a 11 dientes distribuidos por arriba de la base 23

22a. Arbustos 1.5-3 m de alto; haz de las hojas liso; envés de las hojas con tricomas estrellados .... *Q. tinkhamii*

22b. Árboles (4-)5-20(-50) m de alto; haz de las hojas rugoso; envés de las hojas con tricomas fasciculados sésiles ..... *Q. laeta*

23a. Hojas 3.5-7(-9) cm de largo; margen de las hojas con 3-6 dientes, venas secundarias 5-8 a cada lado, irregularmente distribuidas; frutos sobre un pedúnculo 2-3 mm ..... *Q.vaseyana*

23b. Hojas (5.5-)8-12 cm de largo; margen de las hojas con 4-11 dientes, venas secundarias (6-)7-12(-14) a cada lado, regulamente paralelas entre sí; frutos sésiles ..... *Q. muehlenbergii*

24a. Envés de las hojas con tricomas fasciculados 25

24b. Envés de las hojas con tricomas estrellados 28

25a. Arbustos 1-2 m de altura; láminas elípticas, obovadas, ovadas u oblongas de hasta 4 cm de largo 26

25b. Árboles hasta 8 m de alto, rara vez arbustos; láminas obovadas rara vez elípticas hasta 6 cm de largo 27

26a. Margen de la hoja con 2-7(-8) dientes distribuidos en 3/4 partes distales de la lámina, rara vez entero; envés con tricomas fasciculados sésiles, epidermis ampulosa; margen de la cúpula involuto ..... *Q. invaginata*

26b. Margen de la hoja con 1-2 dientes hacia el ápice, más frecuentemente entero, envés con tricomas fasciculados sésiles, epidermis papilosa; margen de la cúpula erecto ..... *Q. microphylla*

27a. Láminas rígido-coriáceas, margen marcademente revoluto con 2-3 dientes hacia el ápice; envés con abundantes tricomas fasciculados sesiles que ocultan la epidermis ..... *Q. greggii*

27b. Láminas coriáceas, margen no revoluto con 4-5 dientes en las 3/4 partes distales de la lámina; envés con abundantes tricomas glandulares y fasciculados sesiles que permiten ver la epidermis ..... *Q. potosina*

28a. Hojas ovadas o lanceoladas; ápice agudo cortamente mucronado; bellotas largamente ovoides a fusiformes ..... *Q. fusiformis*

28b. Hojas obovadas, obtusas a elípticas; ápice redondeado a obtuso; bellotas ovoides ..... *Q. oleoides*

29a. Envés de las hojas totalmente cubierto con tricomas fasciculados; haz fuertemente rugoso 30

29b. Envés de las hojas glabro o glabrescente; haz liso o ligeramente rugoso 32

30a. Envés con tricomas fasciculados estipitados .... *Q. crassifolia*

30b. Envés con tricomas fasciculados sésiles 31

31a. Arbustos; envés de las hojas amarillo o rojizo .... *Q. hypoxantha*

31b. Árboles; envés de las hojas blanquecino tomentoso .. .. *Q. sideroxyla*

32a. Margen de las hojas con 1-4 dientes a cada lado de la hoja distribuidos hacia la base o ápice de la hoja ... 33

32b. Margen de las hojas con 5-10 dientes a cada lado de la hoja, distribuidos desde arriba de la base 39

33a. Dientes del margen muy amplios y bien marcados, distribuidos hacia la parte proximal de la hoja .... *Q. gravesii*

33b. Dientes del margen cortos y distribuidos hacia la parte apical de la hoja 34

34a. Envés de las hojas con tricomas glandulares color ámbar escasos y uniformemente esparcidos sobre la superficie 35

34b. Envés de las hojas sin tricomas glandulares 36

35a. Hojas estrechamente oblongas, ocasionalmente obovadas u ovadas, 3-5.8 × 1-2.2 cm, base subcordada a truncada, asimétrica rara vez redondeada ... *Q. emoryi*

35b. Hojas obovadas, 5.3-8.2 × (3-)4-5.4 cm, base cordada ..... *Q.* aff. *hintoniorum*

36a. Haz de las hojas ligeramente rugoso, envés glabrescente o tomentoso con tricomas fasciculados sésiles laxamente distribuidos, no limitados a la vena media o axilas de las venas secundarias, epidermis ampulosa ..... *Q. castanea*

36b. Haz de las hojas liso (no rugoso), envés glabro o con tricomas fasciculados limitados a las axilas de las venas secundarias, y base de la vena media o sí sobre la superficie, entonces laxamente distribuidos y contortos, epidermis lisa o ligeramente papilosa 37

37a. Hojas elípticas a lanceoladas; base aguda a cuneada; margen no revoluto ..... *Q. affinis*

37b. Hojas oblongas, elípticas u oblanceoladas; base cordada, subcordada, truncada o redondeada; margen ligeramente revoluto 38

38a. Envés de las hojas con tricomas fasciculados sésiles y contortos distribuidos laxamente en toda la superficie ..... *Q. eduardi*

38b. Envés de las hojas glabras o con escasos tricomas fasciculados estipitados en la base de la vena media y a lo largo de ésta ..... *Q. galeanensis*

39a. Dientes del margen de las hojas 5-7; venas secundarias 5-7 a cada lado de la vena media; peciolos rojizos hacia la base ..... *Q. canbyi*

39b. Dientes del margen de las hojas 7-10; venas secundarias 6-11 a cada lado de la vena media; peciolos verdes a pardo-amarillentos 40

40a. Cúpulas de la bellota 8-10 mm de diámetro, hemisféricas; haz escasamente lustroso ..... *Q. sartorii*

40b. Cúpulas de la bellota 12-19 mm de diámetro, hemisféricas o turbinadas; haz lustroso 41

41a. Cúpulas hemisféricas; frutos de maduración bianual; base de las hojas redondeada a obtusa .... *Q. xalapensis*

41b. Cúpulas turbinadas; frutos de maduración anual; base de las hojas cuneada y algo truncada .... *Q. paxtalensis*

1. ***Quercus affinis*** Scheidw., Hort. Belge 4: 321, pl. 17. 1837. TIPO: MÉXICO. A cinco leguas de Real del Monte, en las cercanías de Regla e Istula, sin fecha, *M. Galeotti s.n.* (sintipos: P!). Fig. 1A-C.

= *Quercus nitens* M. Martens & Galeotti, Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles, 10(2): 217. 1843. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, municipio Mineral del Monte, Morán, *M. Galeotti 115* (holotipo: BR!).

Árboles (4-)7-12(-25) m de alto; ramillas 1.5-4 mm de diámetro, glabras o glabrescentes, con lenticelas poco conspicuas; yemas cónicas u ovoides, 2-5 × 1.2-2 mm; hojas maduras con peciolos 3-16 mm de largo, glabros; láminas coriáceas, elípticas a lanceoladas, 3.7-8(-9) × 1-2.7 cm; base aguda a cuneada; margen plano, con 2-4 dientes a cada lado distribuidos hacia el ápice; ápice agudo y aristado; venas secundarias 5-8(-9) a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas o ligeramente curvadas, las superiores pasando al diente y continuándose hasta la arista; haz lustroso, glabro, liso, con las venas y venillas al mismo nivel que la superficie; envés ligeramente lustroso, glabro o con escasos tricomas fasciculados estipitados en la base de la vena media y axilas de las venas secundarias, epidermis lisa; amentos masculinos (32-)40-55(-63) mm de largo, raquis pubescente; flores distribuidas laxamente, sésiles, las basales en pedicelos 1 mm de largo; perigonio estrellado, con tricomas hacia la base de cada segmento; estambres 4-5, exertos, anteras glabras; frutos de maduración bianual, solitarios o en pares, casi sésiles o sobre un pedúnculo 5-8 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 4-8 × 9-11(-12) mm; bellotas ovoides o semiesféricas, 11-16 × 7-11 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus affinis* crece en el bosque de pino-encino, bosque de encino y bosque mesófilo de montaña, entre 1400-2600 m, asociada a *Liquidambar* L. y a *Q. miquihuanensis*, crece en suelos someros tipo cárstico, con pH ácido. En Tamaulipas florece en mayo y fructifica de agosto a septiembre. Se conoce de Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Quercus affinis presenta amplia variación morfológica y ha sido descrita varias veces bajo distintos nombres (Valencia-A., 2004). Aquí solo se cita a *Q. nitens* como sinónimo, ya que aún se encontraron ejemplares con este nombre. La mayoría de los tipos de sus sinónimos fueron colectados en el centro y este de México, particularmente en los estados de Hidalgo y Veracruz. En el estado de Tamaulipas *Q. affinis* se confunde escasamente con *Q. pinnativenulosa*, pero ésta rara vez presenta dientes hacia el ápice, la forma de la hoja es lanceolada a elíptica-lanceolada, las venas secundarias son débilmente notorias en el haz, mientras que *Q. affinis* generalmente tiene uno o dos dientes hacia el ápice de la hoja, la forma de la lámina principalmente es lanceolada, y el haz tiene venas secundarias nítidas. También puede presentar similitud con *Q. eduardi* Trel. y *Q. galeanensis* C.H. Mull. difiriendo porque la primera presenta tricomas fasciculados contortos laxamente distribuidos en el envés de la lámina, mientras que *Q. affinis* solo presenta tricomas fasciculados estipitados en el envés en las axilas de las venas secundarias. De *Q. galeanensis* difiere por el hábito arbustivo y la forma de la hoja oblonga, elíptica a oblanceolada, ya que *Q. affinis* es arbórea y las hojas son principalmente lanceoladas a elípticas.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Aldama, Santa María, *H. Puig 2842* (MEXU). Municipio Casas, San José, *H. Puig 2707* (MEXU). Municipio Gómez Farías, km 2 San José La Gloria, *L. J. García 3511* (HUAP); ejido La Gloria, *L. J. García 3513* (HUAP); km 5 La Gloria - El Elefante, *L. J. García 3523* (HUAP); El Elefante, *L. J. García 3530* (HUAP); El Paraíso a 7 km al O de rancho El Cielo, *F. González Medrano 7452* (MEXU), *7463* (MEXU), *7468* (MEXU); entre Julilo y la Joya de Salas, *F. Martin 1204* (ENCB); 2 km al S de La Perra, *H. Puig 7030* (ENCB); Sierra de Guatemala, *J. Sullivan 509* (ENCB); Julilo, Gómez Farías (cerro El Tigre), *L. Vela 1785* (INIF). Municipio Hidalgo, a 5 km al N de Los Caballos, *F. González Medrano 14099* (MEXU); a 7 km al SE de Puerto Purificación, *F. González Medrano 17458* (MEXU). Municipio Jaumave, 1 km al noroeste de Montecarlo, rumbo a San Ramón, *L. J. García 2897* (HUAP); 2-3 km noroeste de Montecarlo, rumbo a San Ramón, *L. J. García 2901* (HUAP); 4 km noroeste de Montecarlo, rumbo a San Ramón, *L. J. García 2908* (HUAP); La Cueva, 28 km al NO de Gómez Farías, *F. González Medrano 10409* (MEXU); 2.5 km al E de Joya

de Salas, *H. Puig 7153* (ENCB). Municipio Llera, 2 km al norte de El Julillo, *L. J. García 2921* (HUAP). Municipio Miquihuana, La Joya de Gómez a 25 km al NE de La Peña, *F. González Medrano 7074* (MEXU), *7095* (MEXU). Municipio Victoria, ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1258* (HUAP); 1 km al norte de la entrada al ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina *J. L. García 1684* (HUAP); entrada al ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 3314* (HUAP); Puerto El Encinal a 6 km al S de La Escondida, *F. González Medrano 14705* (MEXU). Sin municipio, rancho El Julilo, Sierra orientada al E, *F. González Medrano 7382* (MEXU).

2. ***Quercus canbyi*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 188, pl. 379, 380. 1924. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, 29.VIII.1889, *C. G. Pringle 2393* (holotipo: B, isotipo: US!). Fig. 1D-F.

= *Quercus canbyi* f. *ascendens* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 188, pl. 380. 1924. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Monterrey, Monterrey, 20.VIII.1903, *C. G. Pringle 11705* (holotipo: B, isotipo: MO!).
= *Q. canbyi* f. *berlandieri* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 188, pl. 380. 1924. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, Victoria y Tula, *J. L. Berlandier 2221* (holotipo: G-BOIS, isotipo: P!).
= *Q. alamarensis* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 174. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, Alamar on Hacienda Pablillo, *C. H. Muller & M. T. Muller 613* (holotipo: A!, isotipo: MICH!).
= *Q. canbyi* f. *attenuata* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 175. 1936. TIPO: MÉXICO. Cañón Guajuco, *C. H. Muller & M. T. Muller 1347* (holotipo: A).
= *Q. canbyi* f. *concolor* Trel. & C.H. Mull., Bull. Torrey Bot. Club 63: 152. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Monterrey, Monterrey Wooded Jonus Canon, *C. H. Muller 590* (holotipo: ILL).
= *Q. karwinskii* Trel. Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 188, pl. 379. 1924. TIPO: MÉXICO. Sin datos, *Karwinski s.n.* (holotipo: M). ≡ *Q. canbyi* f. *karwinskii* (Trel.) C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 175. 1936.
= *Q. canbyi* f. *pedunculata* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 175. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, Puerto de los Pastores, *C. H. Muller 1009* (holotipo: A).
= *Q. canbyi* f. *setacea* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 175. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, Puerto de los Pastores, *C. H. Muller 1011* (holotipo: A).
= *Q. canbyi* f. *subovatifolia* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 175. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, Puerto de los Pastores, *C. H. Muller 999* (sintipo: A).
= *Q. graciliramis* C.H. Mull. J. Arnold Arbor, 17: 177. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, Alamar, hacienda de Pablillo, *C. H. Muller & M. T. Muller 1106* (holotipo: A!).

Árboles 5-15 m de alto; ramillas 0.5-1 mm de diámetro, glabras y ligeramente rojizas, algo lustrosas, con lenticelas poco conspicuas a blanquecinas; yemas ovoides a cónicas, 1-3(-3.5) × 1.5-1.9 mm; hojas maduras con peciolos (3)12-24 mm de largo, glabros y ligeramente pardos a rojizos hacia la base; láminas subcoriáceas, lanceoladas, elípticas en ocasiones ovadas, 4-10(-11) × 0.8-4.4 cm; base redondeada, obtusa o aguda; margen ligeramente revoluto, con 5-6(-7) dientes aristados a cada lado, distribuidos por arriba de la base o en las 3/4 partes apicales; ápice agudo y aristado; venas secundarias 5-6(-7) a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas pasando directamente al diente y continuándose hasta la arista; haz lustroso y glabro, con venas secundarias impresas o planas en el mismo nivel que la superficie, ligeramente amarillentas; envés lustroso, ligeramente más pálido que el haz, glabro o con algunos tricomas fasciculados estipitados en las axilas de las venas secundarias, epidermis ligeramente papilosa; amentos masculinos (30-)42-84(-97) mm de largo, raquis pubescente; flores distribuidas laxamente, sésiles o en pedicelos 1 mm de largo; perigonio estrellado o campanulado, 5-lobulado con margen ciliado; estambres 5-6, exertos, anteras glabras; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, sobre un pedúnculo 2-5 mm de largo; cúpulas hemisféricas a turbinadas, 7-9 × 10-12

mm; bellotas ovoides a anchamente ovoides, canescentes, 13-18 × 8-10 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus canbyi* crece en bosque de pino-encino y matorral alto subinerme, entre los 700-2000 m. Se presenta en laderas calizas, asociada con *Pinus cembroides* Zucc. y *Arctostaphylos* sp. En Tamaulipas florece en febrero y marzo, fructifica de agosto a octubre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; su distribución se extiende hasta el sureste de Estados Unidos de América.

Es una especie del noreste de México con gran variación morfológica en sus hojas. *Quercus canbyi* puede confundirse con *Q. affinis*, pero la consistencia subcoriácea de la lámina de la hoja, los peciolos más largos (12 a 24 mm de largo) y un mayor número de dientes (5-6 o incluso hasta 7) casi desde la base y de mayor tamaño distinguen a *Q. canbyi* de *Q. affinis* que tiene la lámina de la hoja coriácea, peciolos 3-16 mm de largo, 2-4 dientes cortos a cada lado de la hoja concentrados hacia el ápice. Además, el tiempo de maduración de los frutos en *Q. canbyi* es anual, mientras que *Q. affinis* es bianual.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, 7 km al norte de Bustamante, *L. J. García 2385* (HUAP); a lo largo del camino entre La Perdida y Bustamante, *F. González Medrano 4724* (MEXU). Municipio Casas, El Chijol, *A. Rendón 42549* (INEGI). Municipio Gómez Farías, alrededores del rancho El Cielo, *I. García 90* (INEGI); San José (estación Canindo), *C. Zermeño 914* (INEGI). Municipio Güémez, Los San Pedros, *M. Gómez 39991* (INEGI). Municipio Hidalgo, a 3 km al E de Puerto Purificación, *F. González Medrano 17374* (MEXU). Municipio Jaumave, km 3.5 camino La Florida - Avila y Urbina, *L. J. García 3406* (HUAP); a 2 km al SE de Magdaleno Aguilar, *F. González Medrano 9881* (MEXU); Paso Real de Guerrero, *F. González Medrano 9941* (MEXU), *9949* (MEXU); a 12 km al S de Ávila y Urbina, *F. González Medrano 14166* (MEXU); Alberto Carrera Torres, *A. Rendón 40788* (INEGI); El Rincón, *A. Rendón 41184* (INEGI); La Unión, *A. Rendón 41380* (INEGI); a 3 km al N de Magdaleno Aguilar, *C. Zermeño 930* (INEGI). Municipio Mainero, Villa Mainero, *G. B. Hinton 25312* (K); Palmillas, Rancho Verde, *M. Gómez 42525* (INEGI). Municipio San Carlos, a 3-4 km al SO de El Gavilán en el camino a San José, 30.III.1970, *F. González Medrano s.n.,* (MEXU); Sierra de San Carlos, en el centro del diente, *M. Martínez 765* (MEXU). Municipio Soto la Marina, San Carlos, La Vegonia, Sierra de San Carlos, *Bartlett 10534* (ENCB); Cañón del Novillo, *M. Castañeda 2754* (MEXU); km 152 carretera Victoria - Jaumave, *M. Martínez 267* (MEXU); a 9.6 km al W de Ciudad Victoria Road a Jaumave, *W. Manning & M. S. Manning, 53395* (MO); cerro de los Picachos, *H. Puig 2861* (ENCB). Municipio Victoria, on Rt 101, above Cd. Victoria, *A. Coombes & M. Rodriguez 5* (HUAP); al O de la sierra de Ciudad Victoria, 31.VIII.2011, *E. Hernández s.n.* (MEXU); *Puig 4762* (MEXU); *Ramírez 2351* (MEXU); rancho El Molino, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1222* (HUAP); 2 km al este del ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1695* (HUAP), *1702* (HUAP); 2.5 km al sureste del Santuario del Camino, carr. Ciudad Victoria - Altas Cumbres, *L. J. García 1754a* (HUAP); entronque a la estación de Microondas Las Mulas, carr. Victoria - Jaumave, *L. J. García 1911* (HUAP); 3 km al sur del ejido El Huizachal, *L. J. García 2472* (HUAP); km 15, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 3311* (HUAP); 1 km al norte de la entrada al rancho El Molino, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 3313* (HUAP); El Picacho, 11.VI.1969, *sin colector s.n.* (MEXU). Sin municipio, rancho El Milagro, a 20 km al S-SO de Cruillas, *F. González Medrano 2768* (MEXU); Balcón del Chihue, 20 km al NE de Jaumave, *F. González Medrano 12803* (MEXU); El Picacho a 70 km, al E de la carretera, *H. Puig 4763* (MEXU).

3. ***Quercus castanea*** Née, Anales Ci. Nat. 3: 276. 1801. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, de Hidalgo a Guanajuato, *L. Née s.n.* (sintipos: MA!). Fig. 1G-J.

Árboles 8-10 m de alto; ramillas 1-2 mm de diámetro, glabrescentes o pubescentes, lenticelas inconspicuas; yemas ovoides o elipsoides, 1-1.6 × 1.4 mm; hojas maduras con peciolos 2.4-5.7 mm, glabrescentes o pubescentes; láminas coriáceas, oblanceoladas, obovadas o elípticas, 5-8 × 2-4 cm; base obtusa o subcordada; margen ligeramente engrosado, con 1-4 dientes cortos, cortamente aristados distribuidos en el tercio o medio apical de la hoja; ápice agudo a obtuso, aristado; venas secundarias 7-11 a cada lado de la vena media, ascendentes, se ramifican y anastomosan hacia el margen; haz glabro, lustroso, algo rugoso; envés glabrescente, con tricomas fasciculados sésiles laxa o apretadamente distribuidos, epidermis ampulosa; frutos de maduración anual, en pares o solitarios, sésiles o en un pedúnculo de hasta 5 mm de largo; cúpulas hemisféricas a obcónicas, 7-12 × 3-7 mm; bellotas ovoides, 9-11 × 8-10 mm; incluida 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus castanea* crece en el bosque de *Quercus*, en altitudes de 1900 m. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica de septiembre a enero. Se conoce de los estados de Colima, Chiapas, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz; su distribución se extiende hasta Guatemala.

Es una de las especies de encino mexicanas de mayor distribución y amplia variación morfológica, lo que ha conducido a que muchas de sus formas hayan sido descritas con nombres científicos diferentes. Se conocen 23 sinónimos para esta especie, la mayoría de ellos descritos de material tipo colectado en el centro y sur de México. No obstante su gran variación, esta especie es fácil de distinguir por sus hojas lustrosas y ligeramente rugosas en el haz, de glabrescentes a tomentosas en el envés, la epidermis ampulosa, el margen con dientes cortos aristados o en ocasiones el margen entero pero con una o dos aristas cortas hacia el ápice de la hoja y los frutos de maduración anual.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Jaumave, 3-4 km noroeste de Montecarlo, al norte de la Reserva de la Biósfera "El Cielo", *L. J. García 2909* (HUAP).

4. ***Quercus crassifolia*** Bonpl. Pl. Aequinoct 2: 49, pl. 91. 1809. TIPO: MÉXICO. Guerrero, Chilpancingo, *A. Bonpland 4142* (lectotipo: P!). Fig. 1K-N.

= *Q. spinulosa* M. Martens & Galeotti, Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 10(1: 218). 1843. TIPO: MÉXICO. Veracruz, Volcán de Orizaba, *Galeotti 114* (holotipo: BR!).
= *Q. errans* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 131, pl. 245. 1924. TIPO: MÉXICO. Veracruz, Perote, *Hahn 667* (holotipo: B, isotipo: K!).
= *Q. orbiculata* Trel. Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 132, pl. 249. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, vecindad de San Luis Potosí, *C. C. Parray & E. Palmer 836* (holotipo: GH, isotipo: K!).

Árboles 10 m de alto; ramillas 2-3.6 mm de diámetro, ligeramente surcadas, amarillo tomentosas, lenticelas inconspicuas; yemas ovoides, 4-6 × 3 mm; hojas maduras con peciolos 0.5-1.1 cm de largo, tomentoso-amarillentos; láminas coriáceas a crassas, oblanceoladas u obovadas, (4.5-)6-9 × 3-5 cm; base subcordada, truncada o redondeada; margen revoluto, con 2-4 dientes aristados a cada lado de la hoja distribuidos hacia el ápice; ápice redondeado u obtuso, aristado; venas secundarias (6)7-9 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas o ligeramente curvadas hacia el margen, las superiores continuándose hasta los dientes y pasando hasta la arista; haz glauco, opaco, fuertemente rugoso, glabrado conservando algunos tricomas fasciculados cortamente estipitados hacia la base de la vena media; envés lanoso tomentoso, con tricomas fasciculados cortamente estipitados y crispados que cubren totalmente la epidermis ampulosa; frutos de maduración bianual, solitarios o pareados, casi sésiles o sobre un pedúnculo de hasta 15 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 0.6-10 × 7-11 mm; bellotas ovoides, 10-12 × 7-10 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

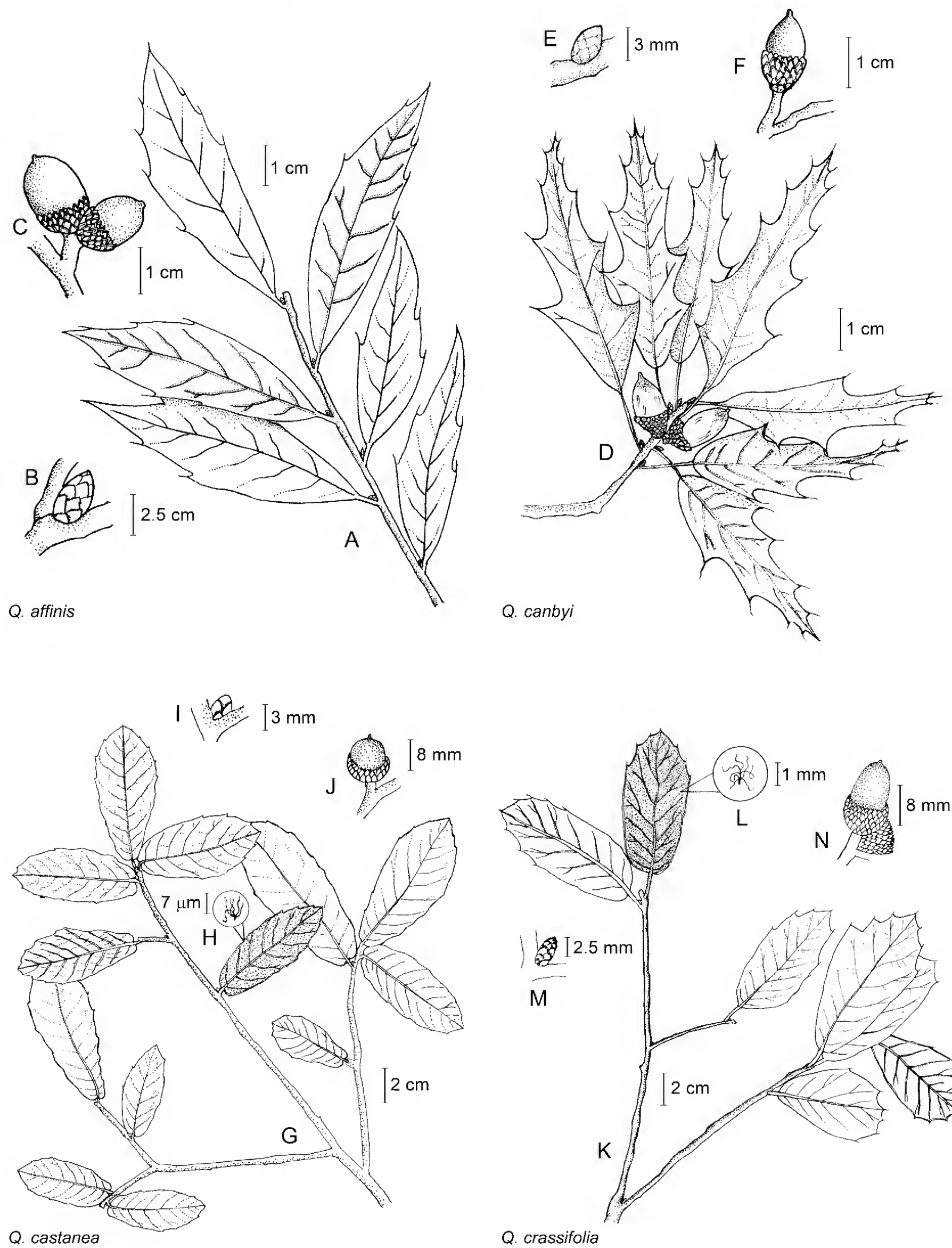


Figura 1: *Quercus affinis* Scheidw. A. ramilla con hojas; B. yema axilar; C. frutos. *Q. canbyi* Trel. D. ramilla con hojas y frutos; E. yema axilar; F. fruto. *Q. castanea* Née. G. ramilla con hojas; H. tricoma fasciculado del envés de las hojas; I. yema axilar; J. fruto. *Q. crassifolia* Bonpl. K. ramilla con hojas; L. tricoma fasciculado cortamente estipitado; M. yema axilar; N. frutos.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus crassifolia* crece en bosque de pino-encino, en altitudes de 2700 m, asociada a *Pinus* sp. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en octubre. Se conoce de los estados de Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas; su distribución se extiende hasta Guatemala.

Esta especie es fácil de distinguir por sus hojas coriáceas a crassas, el haz rugoso y frecuentemente glauco, el margen revoluto y el envés lanoso tomentoso.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, km 15-16 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1833* (HUAP).

5. ***Quercus durifolia*** Seemen, Bot. Jahrb. Syst. 29(1): 95. 1920. TIPO: MÉXICO. Durango, at the city of Durango and vicinity, IV.1896, *E. Palmer 771* (holotipo: BM!). Fig. 2A-D.

Árboles 2-8(-12) m de alto; ramillas 2-3(-5) mm de diámetro, pubescentes, con lenticelas inconspicuas; yemas globosas u ovoides, 1-2 × 1 mm; hojas maduras con peciolos 3-6(10) mm de largo, pubescentes; láminas coriáceas, lanceoladas, u oblongo-lanceoladas 2-5(7) × 1-1.5 cm; base obtusa a subcordada; margen plano, entero, rara vez con uno o dos dientes cortamente aristados distribuidos a cada lado de la hoja hacia el ápice; ápice agudo u obtuso, cortamente aristado; venas secundarias 7-11 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, pasando directamente al diente y continuándose hasta la arista si está presente, o las inferiores ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz lustroso y glabro o con escasos tricomas estrellados y laxamente distribuidos hacia la base de la vena media, con venas secundarias ligeramente elevadas o impresas; envés glauco, pubescente con tricomas fasciculados cortamente estipitados de radios crispados, esparcidos laxa o apretadamente en toda la superficie, epidermis papilosa; amentos masculinos ca. 30 mm de largo, raquis pubescente; flores distribuidas laxamente, sésiles; perigonio cupuliforme 5-lobulado, margen ciliado; estambres 6, exertos, anteras glabras; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, casi sésiles o sobre un pedúnculo corto ca. 2 mm de largo; cúpulas cónicas a hemisféricas, (4-)7 × 12-14 mm; bellotas ovoides o elipsoides, 12-18 × 9-10 mm, en ocasiones conservando escasos tricomas blanquecinos hacia el ápice; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus durifolia* crece en bosque de pino, bosque de encino y bosque de pino-encino, en altitudes de ca. 1800 m, asociado a plantas crassas, rosetófilas, *Pinus engelmannii* Carriére y *P. arizonica* Engelm. En Tamaulipas florece en mayo y fructifica en octubre. Se conoce de Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas. Su presencia en el suroeste de Tamaulipas corresponde a su distribución más oriental en México.

Especie endémica de México. Puede confundirse con *Q. saltillensis* Trel., pero la presencia de tricomas fasciculados en el envés de las hojas, distribuidos laxa o apretadamente en toda la superficie, la distinguen claramente de *Q. saltillensis* que tiene el envés de las hojas glabrescente con tricomas estrellados concentrados a lo largo de las venas primaria y secundarias.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, al N de La Presita y 37 km al N de Tula, *L. Dorr 2349* (MEXU). Municipio Jaumave, a 7 km al N de Magdaleno Aguilar (Santiaguillo), *F. González Medrano 9889* (MEXU), *9890* (MEXU).

6. ***Quercus eduardi*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 121. 1924. TIPO: MÉXICO. Durango, at the city of Durango and vicinity, 4.IX.1896, *E. Palmer 956* (holotipo: MO, isotipos: A!, AAH, K!, UC!). Fig. 2E-H.

≡ *Quercus oligodonta* Seemen, Bot. Jahrb. Syst. 29(1): 96. 1900, *non Q. oligodonta* Saporta.
= *Quercus simillima* Trel. Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 180, pl. 363. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, vecindad de San Luis Potosí, 1.I.1878, *C. C. Perry & E. Palmer s.n.* (holotipo: MO!).

Arbustos o árboles 1.5-9 m de alto; ramillas 2-3(-4) mm de diámetro, glabrescentes, con lenticelas amarillentas poco conspicuas; yemas ovoides a elípticas, 2.5-3 × 1.5-1.8 mm; hojas maduras con peciolos (3-)5-8 mm de largo, glabrescentes; láminas coriáceas, oblongas, oblanceoladas, elíptico u obovadas, (2.4-) 2.6-5.3 × 1-2 cm; base cordada o redondeada; margen ligeramente revoluto, entero o más frecuentemente con 2 a 3 dientes aristados distribuidos hacia el ápice; ápice aristado, obtuso o agudo, rara vez redondeado y aristado; venas secundarias 4-8(-9) a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, las superiores pasando directamente hacia el diente y continuándose en la arista; haz ligeramente lustroso, glabro, o conservando algunos tricomas estrellados hacia la base y hacia la vena media, con venas secundarias poco notorias, venas y venillas al mismo nivel o ligeramente elevadas, ligeramente amarillentas; envés pubescente con tricomas fasciculados sésiles y de radios contortos, distribuidos laxamente dejando ver la epidermis papilosa; frutos de maduración anual, agrupados en pares sobre pedúnculos 2-5 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 5-8 × 6-7(-12) mm; bellotas ovoides a semiesféricas, 8-9(-11) × 5-8 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus eduardi* crece en bosque de pino-encino, bosque de encino y matorral xerófilo, entre 1200 y 2400 m de altitud, asociada a *Pinus cembroides, Pinus engelmannii* y *Juniperus* sp. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica de agosto a septiembre. Se conoce de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

Esta especie se caracteriza por tener tricomas fasciculados contortos, al igual que *Quercus mexicana* Bonpl.; sin embargo, *Q. eduardi* se distingue por sus hojas oblongas, oblanceoladas o elíptico-obovadas, el margen con 2 o 3 dientes y 4 a 8 venas secundarias a cada lado de la vena media, mientras que *Q. mexicana* tiene láminas elípticas u oblongas a oblongo-obovadas, el margen es entero y presenta 7 a 11 venas secundarias a cada lado de la vena media.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Jaumave, La Reja Jaumave, *M. Castañeda 2761* (MEXU). Municipio Miquihuana, Miquihuana, *R. Díaz 471* (MO). Municipio Victoria, 1 km al norte del entronque al ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1683* (HUAP); Joya de Gómez, 25 km al NE de la Peña, *F. González Medrano 7070* (MEXU). Sin municipio, *J. C. Hinton 25292* (K), *25293* (K).

7. ***Quercus emoryi*** Torr., Not. Milit. Reconn. 151, pl. 9. 1848. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas, 1846, *Emory s.n.* (lectotipo: NY!). Fig. 2I-L.

Árboles o arbustos 4-5 m de alto; ramillas 1-3 mm de diámetro, glabrescentes a tomentosas, con lenticelas blanquecinas poco conspicuas; yemas ovoides a elípticas, 1.2-3 × 2 mm; hojas maduras con peciolos 3-7 mm de largo, pubescentes; láminas coriáceas y rígidas, estrechamente oblongas, ocasionalmente obovadas u ovadas, 3-5.8 × 1-2.2 cm; base subcordada a truncada, ocasionalmente obtusa, rara vez redondeada asimétrica; margen plano, entero o más frecuentemente con 1-3(-5) dientes aristados por arriba de la base o solo hacia el ápice; ápice agudo u obtuso y aristado; venas secundarias (4-)5-8(-11) a cada lado de la vena media, ascendentes, pasando directamente hacia el diente y continuándose en la arista; haz lustroso, glabro o con algunos tricomas fasciculados sésiles en la base de la vena media, con venas secundarias poco notorias; envés lustroso, con tricomas fasciculados estipitados concentrándose en la base de la vena media y en las axilas de las venas secundarias y con escasos tri-

comas glandulares ámbar homogéneamente esparcidos en toda la superficie, epidermis ligeramente ampulosa y papilosa; frutos de maduración anual, agrupados en 2 o 3, sésiles o rara vez en pedúnculos ca. 2 mm; cúpulas hemisféricas a obcónicas, 4-5 × 6-9 mm; bellotas ovoides rara vez elipsoides, 9-14 × 6-8 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus emoryi* crece en matorral xerófilo, bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque de pino, entre los 1800 y 1980 m de altitud. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica de junio a septiembre. Se conoce de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Tamaulipas; también se distribuye en Estados Unidos de América.

Esta especie se caracteriza por tener hojas de consistencia coriácea, de forma oblonga, lustrosas, el margen con 2 a 3 dientes distribuidos por arriba de la base o hacia el ápice, el envés es glabrescente conservando algunos tricomas glandulares homogéneamente esparcidos en la superficie. *Quercus emoryi* no se había registrado para Tamaulipas, su distribución en el estado es la más sureste que se conoce para la especie.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, Las Antonias, 6 mi SO de Bustamante, *L. Dorr 2374* (MEXU); a 6 km al SO de Bustamante, *F. González Medrano 4633* (MEXU), *4635* (MEXU). Municipio Tula, ejido Coronel Ricardo García, 26 km al N de Tula, *F. González Medrano 10178* (MEXU).

8. ***Quercus fusiformis*** Small, Bull. Torrey Bot. Club 28(6): 357. 1901. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas, 1899-1900, *H. Lacey s.n.* (holotipo: NY!). Fig. 2M-O.

≡ *Quercus virginiana* var. *fusiformis* (Small) Sarg. Bot. Gaz. 65(5): 448. 1918. ≡ *Q. virginiana* subsp. *fusiformis* (Small) A.E. Murray, Kalmia 13: 28. 1983.

Árboles 6-8 m de alto; ramillas 1.5-2.5 mm de diámetro, finamente tomentulosas, amarillentas a grisáceas, lenticelas no evidentes; yemas globosas u ovoides, 1-2(-3) × 1-2 mm; hojas maduras con peciolos (3-)4-8 mm de largo, con el mismo indumento que las ramillas; láminas coriáceas, estrechamente ovadas, lanceoladas u oblongas, 2.5-6 × 1-2 cm; base obtusa, truncada o cuneada; margen ligeramente revoluto, entero o con 3-4 dientes cortos mucronados a cada lado de la hoja; ápice agudo u obtuso, cortamente mucronado; venas secundarias (6-)8-9(11) a cada lado de la vena media ascendentes, rectas o ligeramente curvadas, ramificándose antes de llegar al margen; haz lustroso, glauco, glabro o conservando algunos tricomas estrellados a lo largo de la vena media, con venas primaria y secundarias poco notorias y algo impresas; envés opaco, blanquecino a grisáceo, densamente pubescente con tricomas estrellados adpresos que cubren totalmente la epidermis ampulosa y algunos tricomas glandulares; frutos de maduración anual, solitarios o agrupados en pares, sobre un pedúnculo ca. 3 mm de largo; cúpula turbinada a obcónica, 10-16 × 8-13 mm; bellotas largamente ovoides a fusiformes, 14-21 × 6-10 mm; incluida 1/3-1/4 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus fusiformis* crece en matorral alto subinerme y bosque de pino-encino, entre los 320 y 900 m de altitud. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en octubre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; también se distribuye en el sureste de los Estados Unidos de América.

Esta especie se puede confundir con *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham., con quien comparte la presencia de tricomas estrellados adpresos que cubren totalmente el envés, así como la consistencia y color de las hojas. Sin embargo, se puede distinguir porque *Q. fusiformis* tiene hojas estrechamente ovadas, lanceoladas u oblongas y el fruto es largamente ovoide a fusiforme, mientras que en *Q. oleoides* las hojas son obovadas a elípticas y el fruto es ovado.

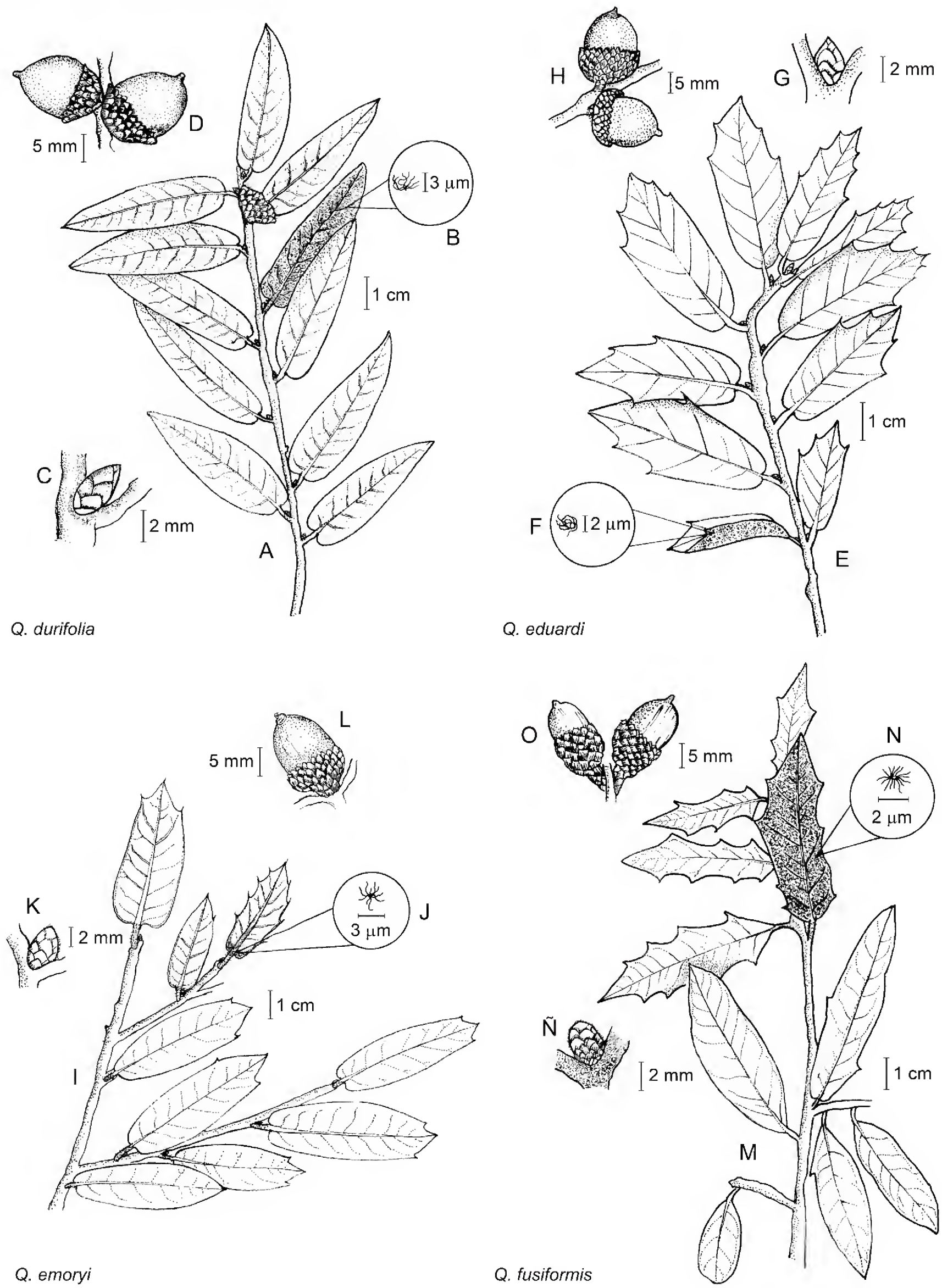


Figura 2: *Quercus durifolia* Seemen. A. ramilla con hojas; B. acercamiento de un tricoma fasciculado del envés de las hojas; C. yema axilar; D. frutos. *Q. eduardi* Trel. E. ramilla con hojas; F. tricoma fasciculado contorto del envés de las hojas; G. yema axilar; H. frutos. *Q. emoryi* Torr. I. ramilla con hojas; J. tricoma fasciculado estipitado del envés de las hojas; K. yema axilar; L. fruto. *Q. fusiformis* Small. M. ramilla con hojas; N. tricoma estrellado adpreso del envés de las hojas; Ñ. yema axilar; O. frutos.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio San Carlos, a 10 km al S de San Carlos, 30.III.1970, *F. González Medrano s.n.* (MEXU). Municipio Victoria, al N de Ciudad Victoria, *F. Boutin 3518* (MEXU); alrededor de Ciudad Victoria, *M. Castañeda 2684* (ENCB, MEXU); Cañón de Las Burras, Sierra Madre Oriental, *A. Mora 6829* (MEXU); Victoria, *E. Palmer 264* (MO).

9. ***Quercus galeanensis*** C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 173. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, cerca del Puente de Dios, 1200 m, 12.VII.1935, *C. H. Mueller 2168* (holotipo: A, isotipo: F!). Fig. 3A-B.

Arbustos 1-2.5 m de alto; ramillas 2-3(-4) mm de diámetro, glabras o glabradas con escasos tricomas estrellados, lenticelas poco conspicuas; yemas ovoides rara vez globosas 2-3 × 1-2 mm; hojas maduras con peciolos 3-7 mm de largo, glabros; láminas coriáceas y rígidas, oblongas, elípticas a oblanceoladas, (2.6-) 3.1-5(-5.5) × 0.9-2.4 cm; base subcordada a truncada, a veces obtusa; margen ligeramente revoluto, entero o más frecuentemente con 1-3(-4) dientes cortos aristados hacia el ápice; ápice aristado rara vez apiculado; venas secundarias 3-7 a cada lado de la vena media, ascendentes y rectas; haz lustroso, glabro, venas y venillas al mismo nivel que la superficie; envés ligeramente lustroso, glabro o con escasos tricomas fasciculados estipitados en la base de la vena media y a lo largo de esta, vena media y secundarias elevadas, epidermis papilosa; frutos de maduración anual, solitarios, sobre un pedúnculo glabro 1-2.5 mm de largo; cúpula hemisférica, ca. 6 × 9.5 mm; bellotas esféricas a ovoides, ca. 9 × 7.5-8 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus galeanensis* crece en matorral xerófilo y bosque de encino-pino, de 1900 a 2500 m de altitud, asociado a *Comarostaphylis polifolia* (Kunth) Zucc. ex Klotzsch, *Cercocarpus* sp., *Pinus cembroides, P. pseudostrobus* Lindl., *P. teocote* Schltdl & Cham., *Quercus pringlei* Seemen, *Brahea* sp., *Rhus virens* Lindh. ex A. Gray y *Litsea* sp. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en octubre. Se conoce de Nuevo León y Tamaulipas.

Especie endémica de México que puede confundirse con la también arbustiva *Quercus depresa* Bonpl. que, aunque en este estudio no se encontró, dada su distribución (Hidalgo, Puebla, Oxaca y Veracruz) no se descarta que pueda estar también en Tamaulipas. *Quercus galeanensis* se distingue por presentar hojas fuertemente coriáceas y rígidas, de forma oblonga, oblanceolada y base truncada a subcordada. Por su parte *Q. depressa* tiene hojas coriáceas, elípticas a elíptico-obovadas y la base es redondeada a cuneada.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, Bustamante, *L. J. Dorr & T. L. Atkins 2374* (MO); km 8 camino Bustamante - Joya de Herrera, *L. J. García 1878* (HUAP); km 6, camino Bustamante - Joya de Herrera, *L. J. García 1879* (HUAP); 6 km al oeste de Joya de Herrera, *L. J. García 2400* (HUAP). Municipio Miquihuana, km 12 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1824* (HUAP); km 5 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1829* (HUAP); km 10 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1837* (HUAP); 1 km al oeste del entronque a La Marcela, *L. J. García 1844* (HUAP); Llano del Milagro, 8 km al N de Valle Hermoso, *F. González Medrano 8680* (MEXU), *8708* (MEXU), *8723* (MEXU); Llano del Milagro, 8 km al N de Valle Hermoso, laderas orientadas al N, *F. González Medrano 8727* (MEXU); 8 km al N de Las Flores, dentro de las montañas, *K. Nixon 4049* (MEXU); 3 miles N of Miquihuana, *Stanford et al. 2442* (NY). Municipio Palmillas, El Capulín, entronque a carretera a Bustamante, *L. J. García 1868* (HUAP).

10. ***Quercus germana*** Schltdl. & Cham., Linnaea 5: 78. 1830. TIPO: MÉXICO. Veracruz, Jalapa, VIII.1828, *C. J. W. Schiede 21* (holotipo: HAL!). Fig. 3C-F.

= *Q. substenocarpa* Trel. Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 52. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, hacienda de Tamasopo, *C. G. Pringle 3969* (holotipo: BR, isotipo: US!).

Árboles 10-20 m de alto; ramillas (1-)2-4 mm de diámetro, glabras a puberulentas, con lenticelas amarillentas poco conspicuas; yemas ovoides o globosas 3-5 × 2-3 mm; hojas maduras con peciolos (3-)4-5(-6) mm de largo, glabros; láminas coriáceas, obovadas, oblanceoladas o lanceoladas, (8.8-)10.7-18.4 × (-2.4)3.1-6.6 cm; base obtusa, redondeada, cuneada, en ocasiones subcordada; margen plano o ligeramente revoluto, con 4-6 crenas o dientes mucronados distribuidos en las 3/4 partes distales de la hoja; ápice agudo o rara vez obtuso; venas secundarias 8-14(-16) a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas, pasando hasta el diente cuando está presente; haz algo lustroso, glabro, con venas secundarias poco prominentes; envés glauco, opaco, glabro o con escasos tricomas fasciculados sésiles hacia la base de la hoja, ocasionalmente con algunos tricomas simples; epidermis cerosa, papilosa y algo ampulosa; frutos de maduración anual, agrupados en pares o solitarios al extremo de un pedúnculo 6-20 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 12-14 × 20-22 mm; bellotas ovoides, 18-43 × 16-27 mm; incluidas 1/4 a 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus germana* crece en bosque mesófilo de montaña, entre los 600 y 2000 m de altitud; asociada a *Liquidambar styraciflua* L. y *Podocarpus reichei* J. Buchholz & N.E. Gray. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en noviembre. Se conoce de Hidalgo, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Especie endémica de México que puede distinguirse fácilmente por sus hojas obovadas a oblanceoladas y el envés glauco, glabro y ceroso, además por la presencia de sus frutos que crecen sobre un pedúnculo robusto que surge hacia el ápice de las últimas ramillas y rara vez son axilares. Sus bellotas grandes y ovoides 18-43 × 16-27 mm, con un pericarpo poco esclorosado, también permite distinguir a esta especie, este último carácter además ha motivado que las bellotas sean utilizadas para hacer trompos artesanales.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Gómez Farías, Sierra de Gómez Farías, *M. Castañeda 2844* (MEXU); alrededores del rancho El Cielo, *I. García 83* (INEGI, MEXU), *95* (INEGI, MEXU), *104* (INEGI, MEXU); alrededores del rancho El Cielo, 17.IX.1994, *I. Garcia s.n.* (FCME); Gomez Farías, *Ginzbarg 626* (MO); rancho El Cielo a 11 km NE Gómez Farías, *F. González Medrano 7410* (MEXU); Lázaro Cárdenas, *B. Gutiérrez 42898* (INEGI), *43976* (INEGI); rancho El Cielo a Gómez Farías, 29.VIII.1950, *E. Hernández s.n.* (MEXU); San José (Estación Canindo), 13.06.1994, *F. Ordaz s.n.* (INEGI); rancho El Cielo, *H. Puig 3215* (ENCB, MEXU), *3293* (ENCB, MEXU); La Gloria, *A. Rendón 43250* (INEGI); Alta Cima, *A. Rendón 43251* (INEGI); San José (Estación Canindo), *C. Zermeño 915* (INEGI), *1181* (INEGI). Municipio Jaumave, Montecristo (La Laguna), *O. Rodríguez 42346* (INEGI). Municipio Llera, La Florida (El Puerto), *O. Rodríguez 42347* (INEGI). Municipio Ocampo, Ocampo, *D. Breedlove y B. Anderson 63682* (MO), *63683* (MO), *63668* (MO); El Refugio, *A. Rendón 43591* (INEGI).

11. ***Quercus gravesii*** Sudw., U.S.D.A. Misc. Circ. 92: 86. 1927. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas, (datos del protólogo, tipo no designado). Fig. 3G-I.

= *Quercus texana* var. *chesosensis* Sarg. Bot. Gaz. 65(5): 423-424. 1918. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas, Chisos Mountains, 15.XI.1913, *G. B. Sudworth s.n.* (sintipo: A!). ≡ *Q. chesosensis* (Sarg.) C.H. Mull. Amer. Midl. Naturalist 18(5): 850. 1937.
= *Q. texana* var. *stellipila* Sarg. Bot. Gaz. 65(5): 424. 1918. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

Texas, near Fort Davis, *D. M Andrews 74* (holotipo: A!). ≡ *Q. stellipila* (Sarg.) Parks ex Cory. Rhodora 38(455): 405. 1936.
= *Q. coccinea* var. *microcarpa* Torr., Rep. U.S. Mex. Bound. 2(1): 206. 1859. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. North of the Pecos, *J. M. Bigelow s.n.; 1375* (sintipo: NY!) ≡ *Q. shumardii* var. *microcarpa* (Torr.) Shinners. Field & Lab. 24(1): 37. 1956.

Árboles 15 m de alto; ramillas 1.4-2.4(2.8) mm de diámetro, pardo-rojizas, surcadas, glabras con lenticelas poco conspicuas; yemas ovoides 1.4-2 × 1.7-2.5 mm; hojas maduras con peciolos (1-)1.5-3 cm de largo, glabros, rojizos a amarillentos; láminas coriáceas, ovadas, oblongas, lanceoladas o elípticas, (9)15-18 × (4.5)6.5-9.5 cm; base cuneada a redondeada; margen no revoluto, con 2-3(4) dientes aristados a cada lado de la hoja, los dientes pueden tener aristas laterales adicionales a la apical, los dientes amplios y profundamente sinuados distribuidos principalmente en la mitad proximal de la lámina, si distales presentes apenas marcados; ápice agudo aristado; venas secundarias 4-6 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas o ligeramente curvadas, pasando directamente al diente y continuándose hasta la arista, frecuentemente con intermedias evanescentes; haz ligeramente lustroso, glabro, venas y venillas ligeramente elevadas; envés glabro, conservando escasos tricomas fasciculados estipitados en las axilas de las venas secundarias; epidermis lisa; frutos de maduración bianual, solitarios sobre un pedúnculo glabro 7-30 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 12 × 0.7 mm; bellotas ovoides a globosas, 13-15 × 8-12 mm; incluidas 1/3 a 1/4 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus gravesii* crece en el bosque de encino, bosque de pino-encino húmedo y matorral xerófilo, entre los 700 y 1500 m. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en octubre y noviembre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; también se distribuye en los Estados Unidos de América.

En la zona de estudio *Quercus gravesii* puede confundirse con *Q. canbyi*; sin embargo, se reconoce por sus hojas con dientes aristados muy amplios hacia la base y la parte apical de la hoja prolongándose y con dientes cortos o solo aristas.

Esta especie fue descrita en 1927 por Sudworth; sin embargo, el protólogo no señala ejemplares de respaldo. En la página electrónica tropicos.org (TROPICOS, 2016-2017) y en JSTOR Global Plants (JSTOR, 2016-2017) no se encuentran datos del tipo, ni tampoco las imágenes de éste.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Hidalgo, 37 km al oeste de Barretal, *F. González M. 6350* (FCME). Municipio Miquihuana, km 8 ejido La Peña - El Aserradero, *L. J. García 3055* (HUAP). Municipio Victoria, ca. 1 km SE ejido Altas Cumbres, rumbo al ejido El Huizachal, *L. J. García 1017* (HUAP); 3 km al sur del Santuario del Caminero, carretera Ciudad Victoria - Altas Cumbres, *L. J. García 1396* (HUAP); ca. 2.5 km al sureste del Santuario del Caminero, carretera Ciudad Victoria - Altas Cumbres, *L. J. García 1753* (HUAP); 1 km al este del rancho El Mollino, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1800* (HUAP).

12. ***Quercus greggii*** (A. DC.) Trel., Contr. U.S. Natl. Herb. 23(2): 185. 1922. (14 Jul 1922). TIPO: MÉXICO. Saltillo, 31.VIII.1848, *J. Gregg 380* (holotipo: G, isotipo: MO!). Fig. 3J-M.

≡ *Quercus reticulata* var. *greggii* A. DC. Prod. 16(2): 34. 1864.
= *Q. reticulata* f. *pungens* C.H. Mull. J. Arnold Arbor. 17: 166. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Derrumbadero, Cañón de los Capulines above San Enrique on Hacienda San José de Raíces, *C. H. Muller 2417* (holotipo: A, isotipos: CAS!, UCSB!) ≡ *Q. derrumbaderoensis* C.H. Mull. Amer. Midl. Naturalist 27(2): 471-472. 1942.

Árboles o arbustos 1-8 m de alto; ramillas 2-5 mm de diámetro, tomentosas a glabrescentes, surcadas, lenticelas

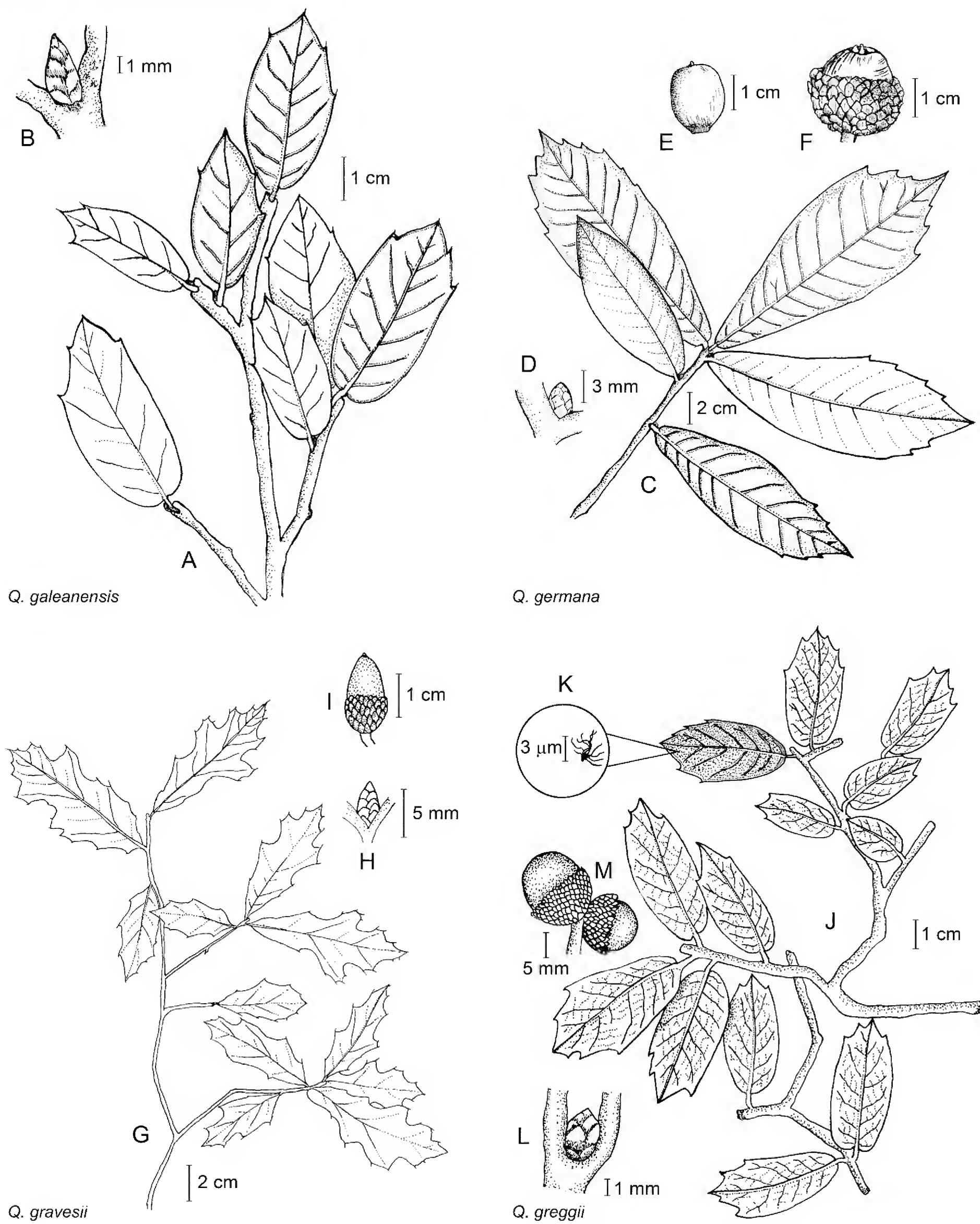


Figura 3: *Quercus galeanensis* C.H. Mull. A. ramilla con hojas; B. yema axilar. *Q. germana* Schltdl. & Cham. C. ramilla con hojas; D. yema axilar; E. bellota; F. fruto. *Q. gravesii* Sudw. G. ramilla con hojas; H. yema axilar; I. fruto. *Q. greggii* (A. DC.) Trel. J. ramilla con hojas; K. tricoma fasciculado del envés de las hojas; L. yema axilar; M. frutos.

no evidentes; yemas globosas, 1.5-2(-3) × 1-2 mm; hojas maduras con peciolos 2-8(-11) mm de largo, tomentosos; láminas rígido-coriáceas, obovadas, elípticas, oblongas o semiorbiculares, 1.7-6 × 1-3.5 cm; base subcordada a cordada; margen marcadamente revoluto, ampliamente crispado, con 2-3 dientes cortos mucronados distribuidos hacia el ápice, rara vez entero; ápice obtuso a redondeado; venas secundarias (5-)6-8 a cada lado de la vena media, ascendentes, ramificándose antes de llegar al margen; haz lustroso, ligeramente amarillento al secar, glabro o glabrescente conservando algunos tricomas estrellados en la base de la vena media, venas secundarias, terciarias y venillas fuertemente impresas dando una apariencia rugosa a la superficie; envés pubescente con tricomas fasciculados sésiles o cortamente estipitados y entremezclados ocultando la epidermis papilosa y ligeramente ampulosa y los tricomas glandulares ámbar o rojizos, vena media elevada y en ocasiones con un curso zigzagueante; frutos de maduración anual, solitarios o 2-4 sobre un pedúnculo 5-6 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 6-10(14-) × 12-14(-17) mm; bellotas ovoides, 15-16 × 9-10 mm; incluidas 1/3-1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus greggii* crece en bosque de pino-encino, matorral alto subinerme, bosque de pino y bosque de encino, entre los 2000 y 3050 m de altitud, asociada a *Pinus* sp., *Populus* sp., *Arctostaphylos* sp., *Quercus* sp., *Agave* sp. y *Ceanothus* sp. En Tamaulipas se desconoce el tiempo de floración de esta especie, fructifica de agosto a diciembre. Se conoce de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

Quercus greggii puede confundirse con *Q. potosina*; sin embargo, se distingue por tener el margen marcadamente revoluto, las hojas son rígido-coriáceas con el envés con tomento formado por tricomas fasciculados de radios muy largos que dan una apariencia lanosa y levemente amarillenta; mientras que el margen de las hojas de *Q. potosina* es engrosado o solo levemente revoluto, las hojas son coriáceas y el envés es fuertemente amarillento a ámbar por la abundante presencia de tricomas glandulares.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, pendiente a lo largo de Miquihuana en una cresta de cerro Peña Nevada, *D. Breedlove 63498* (MEXU), *63522* (MEXU); al E de Miquihuana en la cresta de cerro Peña Nevada, *D. Breedlove 63546* (MEXU), *63547* (MEXU); km 12 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1825* (HUAP), *1826* (HUAP); ca. 2 km al sur del ejido El Aserradero, *L. J. García 1846* (HUAP); 7 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3767* (HUAP); 5 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3786* (HUAP); Miquihuana, *F. González Medrano y P. Hiriart 13202* (MO).

13 ***Quercus* aff. *hintoniorum*** Nixon & C.H. Mull., Brittonia 45: 147. 1993. TIPO: MÉXICO. Coahuila, 2 miles east of Los Lirios in mountains between Saltillo and Monterrey, 14.VII.1958, *R. M. Straw & M. Forman 1361* (holotipo: US, isotipo: CAS!). Fig. 4A-D.

Árboles 8 m de alto; ramillas 3-5 mm de diámetro, ligeramente tomentosas, lenticelas blanquecinas poco conspicuas; yemas ovoides 3 × 1.8 mm; hojas maduras con peciolos (6)7-9(-11) mm de largo; láminas coriáceas, obovadas, 5.3-8.2 × (-3)4-5.4 cm; base cordada; margen revoluto, con (2-)3-4(-5) dientes aristados hacia el ápice; ápice obtuso y aristado; venas secundarias 5-7 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas y pasando enteras hasta el diente y continuándose hasta la arista; haz lustroso, con tricomas estrellados a lo largo de la vena media, con venas secundarias impresas; envés ligeramente lustroso, con tricomas fasciculados en las axilas de la venas secundarias y sobre la vena media y con algunos tricomas glandulares color ámbar laxamente distribuidos; epidermis papilosa; frutos de maduración bianual, solitarios, en pedúnculos 3-4 mm de largo; cúpulas hemisféricas 6-8 × 10-11 mm; bellotas ovoides 13-15 × 8-10 mm.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus* aff. *hintoniorum* crece en bosque de encino y bosque

de pino, a 1900 m de altitud, asociada a *Nolina* sp. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en octubre. *Quercus hintoniorum* se conoce de Coahuila y Nuevo León.

La descripción de esta especie se realizó con base en solo un ejemplar que, aunque coincide en la mayoría de sus caracteres con *Quercus hintoniorum*, existen otros que no comparte: las hojas cóncavas por el envés, el margen no es crispado, la base de la lámina no se sobrepone sobre sí misma y los tricomas glandulares son relativamente escasos; además de que *Q. hintoniorum* solo se reporta previamente para Coahuila y Nuevo León. Esta es la razón por la que este ejemplar se determinó como afin a esta especie.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, a 3 km al O de Bustamante, *F. González Medrano 9237* (MEXU).

14. ***Quercus hypoxantha*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 170, pl. 339. 1924. TIPO: MÉXICO. Coahuila, mountains near Saltillo, *C. G. Pringle 10227* (holotipo: GH, isotipo: ENCB!). Fig. 4E-H.

= *Q. errans* f. *graciliramis* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 169. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, Cañón de las Placetas above Pueblo San Francisco, *C. H. Muller 1273* (holotipo: A!).

Arbustos 2 m de alto; ramillas 1.5-2.3 mm de diámetro, amarillentas a rojizo-puberulentas, con lenticelas inconspicuas; yemas ovoides o globosas 1.8-2 × 1-1.3 mm; hojas maduras con peciolos 3-5 mm de largo, glabrescentes o rojizo-pubescentes; láminas coriáceas a fuertemente coriáceas, obovadas, 3-5 × 1.7-2.5 cm; base cuneada o subcordada; margen ondulado, revoluto, con 1-3 dientes irregulares y aristados hacia el ápice de la hoja; ápice obtuso a agudo y aristado; venas secundarias 6-8 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, llegando enteras cerca del margen, las relacionadas con los dientes pasan hasta la arista; haz ligeramente lustroso u opaco, verde oscuro, puberulento con tricomas estrellados multirradiados laxamente distribuidos sobre la superficie, venas y venillas impresas; envés amarillo o rojizo tomentoso, con tricomas fasciculados sésiles sobre la superficie que ocultan la epidermis ampulosa y ligeramente lustrosa; frutos de maduración bianual, solitarios, sésiles o sobre un pedúnculo ca. 2 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 12-14 × 7-8 mm; bellotas ovoides, 10-15 × 10-12 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus hypoxantha* crece en bosque de pino-encino, puede asociarse con *Garrya* sp. y *Arctostaphylos* sp., en altitudes de ca. 2700 m. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en septiembre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas.

Quercus hypoxantha puede distinguirse facilmente del resto de las especies de encinos de Tamaulipas, por sus hojas coriáceas, con el margen dentado-aristado, a menudo conduplicadas cuando prensadas y secas y el envés de las mismas con denso tomento rojizo fácilmente desprendible, pero que oculta la epidermis ampulosa y algo lustrosa.

Ejemplares examinados: MEXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, 6 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3771* (HUAP).

15. ***Quercus invaginata*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 87, pl. 137-138. 1924. TIPO: MÉXICO. Coahuila, Sierra de La Paila, X.1910, *C. A. Purpus 5029* (holotipo: B, isotipo: MO!). Fig. 4I-L.

= *Quercus invaginata* f. *purpusiana* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 87, pl. 138. 1924. TIPO: MÉXICO. Coahuila, Sierra de la Paila, *C. A. Purpus 5030* (holotipo: B, isotipos: GH!, MO, UC!, US!).

Arbustos 1 m de alto; ramillas 1-4(-6) mm de diámetro, blanquecino-tomentosas; yemas ovoides o globo-

sas, 1-2 x 1-1.2 mm; hojas maduras con peciolos 1.5-4 × 5-8 mm, blanquecino-tomentosos; láminas coriáceas, elípticas, obovadas u oblongas, 1.4-3 × 0.8-2 cm; base subcordada, rara vez obtusa; margen ligeramente revoluto, 2-7(-8) dientes mucronados a cada lado de la hoja, distribuidos en las 3/4 partes distales de la lámina, rara vez entero; ápice redondeado u obtuso, mucronado; venas secundarias 5-8(10) a cada lado de la vena media, ascendentes y rectas hasta el diente y continúandose en el mucrón; haz algo opaco, con escasos tricomas fasciculados sésiles distribuidos laxamente en toda la superficie; venas secundarias ligeramente impresas; envés pubescente con tricomas fasciculados sésiles, entrelazados ocultando la epidermis ampulosa, se desprenden fácilmente, venas secundarias ligeramente elevadas, rojizas; frutos de maduración anual, agrupados en pares o solitarios, sésiles; cúpulas obcónicas con margen involuto, 6-13 × 8-18 mm; bellotas ovoides, ligeramente pubescentes, con el ápice agudo, ca. 10 × 12 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus invaginata* crece en chaparral a 2000 m de altitud, asociado a *Pinus cembroides* y *P. nelsonii* Shaw. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en octubre. Se conoce de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Esta especie se caracteriza por tener hojas con el margen de 2 a 7 dientes a cado lado distribuidos en toda la lámina, el envés está cubierto por tricomas fasciculados sésiles que se desprenden fácilmente de la epidermis, la cual es ampulosa y ligeramente papilosa y blanquecina; además, el margen de la cúpula es involuto.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, a 2.5 km al SO de La Joya de Herrera, *C. Zermeño 1074* (INEGI).

16. ***Quercus laceyi*** Small, Bull. Torrey Bot. Club 28(6): 358. 1901. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. 1899-1900, Texas, *H. Lacey s.n.*, (holotipo: NY). Fig. 4M-Ñ.

≡ *Quercus brevilova* f. *laceyi* (Small) Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 102. 1924. ≡ *Q. brevilova* subsp. *laceyi* (Small) A. Camus. Monogr. Gen. Quercus 2: 608. 1939.

Árboles 5-8 m de alto; ramillas 1-3 mm de diámetro, glabras a glabrescentes, pardo-rojizas, con lenticelas blanquecinas poco conspicuas; yemas ovoides, cónicas o globosas, 1.2-2.5 × 1-4 mm; hojas maduras con peciolos glabros 2-6(-7) mm de largo; láminas semicoriáceas, glaucas a verde-amarillentas, oblongas u obovadas (2.4-)3.3-5.5(-11) × 1.2-2.7(5) cm; base cuneada ocasionalmente redondeada; margen plano, lobulado; ápice retuso, obtuso a redondeado; venas secundarias 6-11 a cada lado de la vena media, ascendentes, llegando enteras hasta el diente y prolongándose hasta el mucrón; haz glauco, glabro o conservando escasos y laxamente distribuidos tricomas estrellados y otros aciculares sobre la vena media, con venas secundarias ligeramente prominentes o planas; envés opaco, regularmente glabro o con escasos tricomas glandulares hialinos, epidermis papilosa; frutos de maduración anual, sésiles, agrupados en pares; cúpulas hemisféricas o pateliformes, 5-8 × 6-13 mm; bellotas elipsoides a ovoides, 14-21 × 6-8 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus laceyi* crece en bosque de encino y bosque de pino-encino, entre los 1180 y 1700 m de altitud, asociada a *Pinus cembroides, Decatropis* sp. y *Fraxinus* sp., en suelos derivados de lutita y caliza. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica de agosto a octubre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; también se distribuye en Estados Unidos de América.

Quercus laceyi, se distingue del resto de las especies de Tamaulipas por tener hojas semicoriáceas, con el ápice retuso, el margen lobado y casi glabras y glaucas. Estos caracteres los puede compartir con *Q. glaucoides* M.

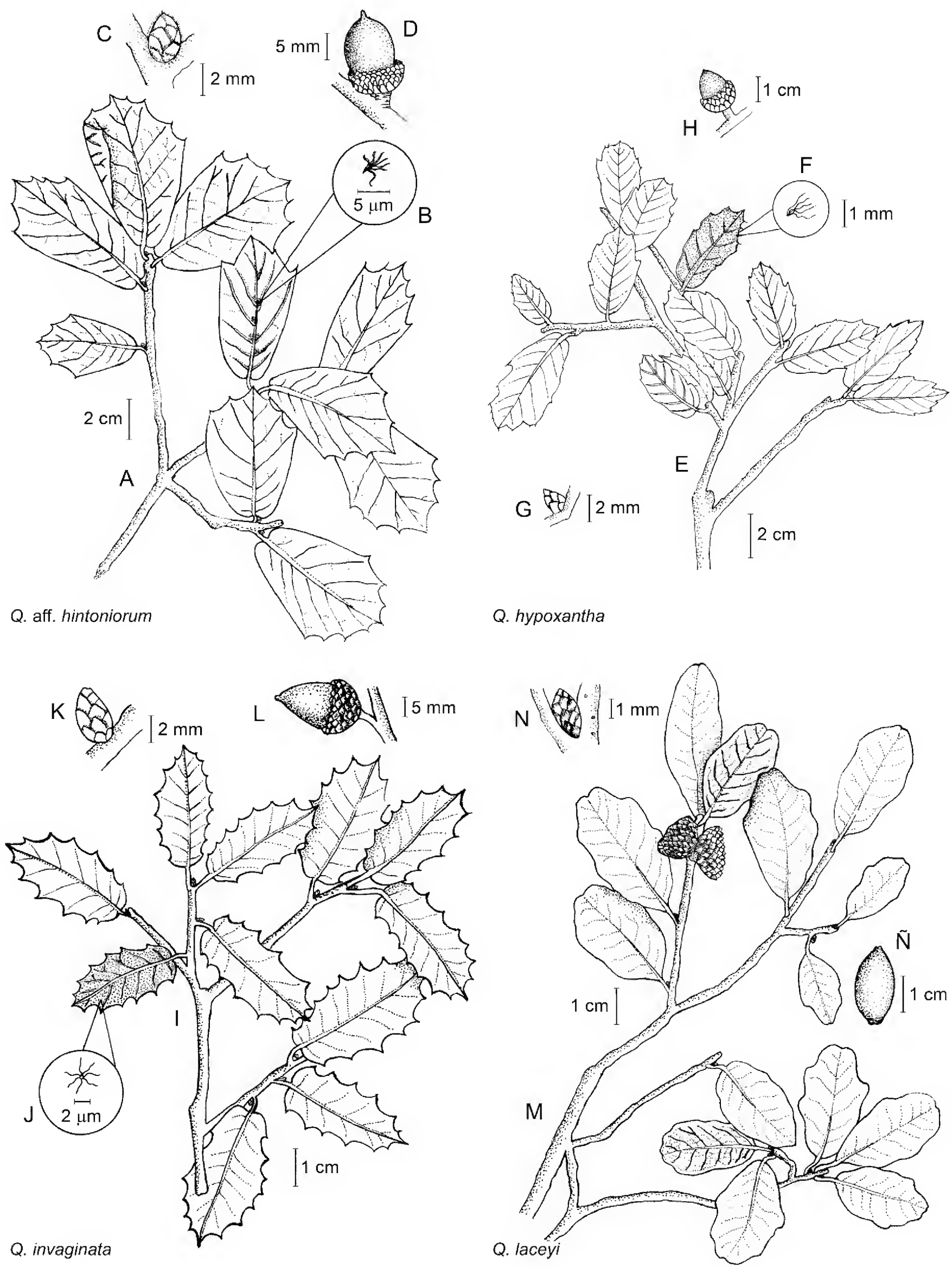


Figura 4: *Quercus* aff. *hintoniorum* Nixon & C.H. Mull. A. ramilla con frutos; B. tricoma fasciculado del envés de las hojas; C. yema axilar; D. fruto. *Q. hypoxantha* Trel. E. ramilla con hojas; F. tricoma fasciculado sésil; G. yema axilar; H. fruto. *Q. invaginata* Trel. I. ramilla con hojas; J. tricoma fasciculado del envés de las hojas; K. yema axilar, L. fruto. *Q. laceyi* Small. M. ramilla con hojas y copas de las bellotas; N. yema axilar; Ñ. bellota.

Martens & Galeotti con la que fue confundida y tratada como sinónimo de la misma. Sin embargo, Nixon y Muller (1992) la reconocieron como diferente con una distribución en el noreste de México y sureste de Estados Unidos de América, mientras que *Q. glaucoides* se distribuye en el centro y suroeste de México. Además, puntualizaron que la primera se puede diferenciar por la presencia de hojas subcoriáceas, peciolos 5-12 mm, base redondeada a cuneada y frutos subsésiles, mientras que *Q. glaucoides* presenta láminas coriáceas, peciolos 2 a 5 mm de largo, base de la hoja cordada, fruto subsésil o con pedúnculo hasta 8 mm de largo. Adicionalmente, esta especie puede confundirse con *Q. porphyrogenita* Trel. (ver caracteres distintivos entre ambas bajo la descripción de ésta última).

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Jaumave, a 1 km al NE de Ávila y Urbina (La Meca), 29 km al N de Magdaleno Aguilar (La Seca), *F. González Medrano 9754* (MEXU). Municipio Victoria, ejido La Asunción, Cañón La Peregrina, *L. J. García 1190* (HUAP); 2 km al sur de la Mina Peregrina, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 4241* (HUAP).

17. ***Quercus laeta*** Liebm., Overs. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Forh. Medlemmers Arbeider: 179. 1854. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, Atotonilco El Grande, *K. T. Hartweg 419* (holotipo: B, isotipos: K!, NY!). Fig. 5A-D.

= *Quercus prinopsis* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 61, pl. 58. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, Pelote, *C. A. Purpus 4941* (holotipo: MO, isotipos: E!, P!, UC!).

Árboles (4-)5-20(-50) m de alto; ramillas 2-3(-4) mm de diámetro, glabrescentes, algo amarillentas, lenticelas blanquecinas no muy abundantes; yemas globosas u ovoides, 2-3(-4) × 1.5-2.5 mm; hojas maduras con peciolos, 3-8(-11) mm de largo; láminas coriáceas, oblongas, obovadas o rara vez elípticas, 4.1-14(-15.5) × 1.6-4.6 cm; base subcordada, redondeada o asimétrica; margen ligeramente revoluto, con (3-)4-6(-7) dientes mucronados a cada lado de la hoja y distribuidos hacia la mitad superior; ápice agudo, apiculado, o redondeado; venas secundarias 6-11 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas o ligeramente curvadas, llegando hasta los dientes y continúandose en el mucrón, las basales se ramifican y anastomosan antes del margen; haz ligeramente lustroso, rugoso, glabro o con algunos tricomas estrellados dispersos y tricomas simples a lo largo de la vena media, venas impresas; envés opaco, glabrescente, con tricomas fasciculados sésiles, distribuidos laxamente y concentrados hacia la vena media y axilas de venas secundarias, dejando ver la epidermis papilosa y ligeramente blanquecina, venas elevadas; frutos de maduración anual, sésiles o mas frecuentemente sobre un pedúnculo 2-5 cm de largo, solitarios o en grupos 2-4; cúpulas hemisféricas, (5-)7-12(-14) × 10-15 mm; bellotas ovoides, (13-)17 × 10-13 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus laeta* crece en bosque de encino, bosque de pino y bosque mesófilo de montaña, entre 750 y 2270 m de altitud, asociada a *Pinus teocote* y *P. cembroides*, en laderas calizas. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica de agosto a octubre. Se conoce de Aguascalientes, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Quercus laeta está ampliamente distribuida y con gran variación morfológica. Los ejemplares de Tamaulipas de esta especie se pueden reconocer por sus láminas oblongas, obovadas o rara vez elípticas, con 6-11 venas secundarias a cada lado de la vena media, impresas en el haz y elevadas en el envés, además el envés presenta indumento de tricomas fasciculados sésiles que permiten ver la epidermis ligeramente glauca y papilosa.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, a 3 km al O de Bustamante, *F.*

González Medrano 9221 (MEXU), *9223* (MEXU). Municipio Casas, El Venado, *A. Moreno 1000* (INEGI). Municipio Gómez Farías, El parque, *A. Rendón 43592* (INEGI). Municipio González, a 4 km al N de El Almagre, *F. González Medrano 7206* (MEXU). Municipio Güémez, Los San Pedro, *M. Gómez 39991* (INEGI); a 3 km al SO de Los San Pedro, *F. González Medrano 17310* (MEXU). Municipio Jaumave, Ávila y Urbina (El Picacho), *I. Arias 40588* (INEGI); Magdaleno Aguilar (Peña Los Quemados), *I. Arias 41573* (INEGI); Ávila y Urbina (Cañón de San Juan), *O. Durán 40386* (INEGI), *40785* (INEGI); Cañón del Ojo de Agua, *M. Gómez 42527* (INEGI); a 7 km al S de Cranbancel en el camino a Joya de Salas, *F. González Medrano 3691* (MEXU); entre Joya del Pinal y Joya de Salas, *F. González Medrano 3738* (MEXU); Magdaleno Aguilar, 7 km al N de Magdaleno Aguilar, *F. González Medrano 9806* (MEXU); Paso Real de Guerrero, *F. González Medrano 9946* (MEXU); a 6 km al E del Mirador del Chihue, 14 km al NE de Jaumave, *F. González Medrano 12808* (MEXU); ejido Alberto Carrera Torres, *A. Rendón 40788* (INEGI). Municipio Miquihuana, a 18 km al SO de Miquihuana, *F. González Medrano 4757* (MEXU). Municipio Nuevo Morelos, Casa Rodarte, *A. Rendón 40390* (INEGI). Municipio Ocampo, Ricardo Gómez Magón (Guayabal), *O. Rodríguez 44593* (INEGI). Municipio Palmillas, a 42 km NO de la autopista 101 México, en Palmillas, *D. Breedlove 63424* (MEXU). Municipio Tula, a 19 km de Tula, *D. Breedlove 63650* (MEXU); al NE de Los Acahuales, Sierra Madre Oriental, *M. Macías 43* (INEGI); El Refugio (loma de Los Panaderos), *O. Rodríguez 43487* (INEGI), *43587* (INEGI); Cristóbal Colón (El tanque), *O. Rodríguez 44260* (INEGI); Emperadores Azteca (El Palmitonal), *O. Rodríguez 44261* (INEGI); Gallos Grandes (El Tejocote), *O. Rodríguez 44589* (INEGI); Gallos Grandes (sierra El Zacate), *O. Rodríguez 44590* (INEGI); ejido Juan Sarabia (Los Timones), *O. Rodríguez 44752* (INEGI). Sin municipio, 13 km al E de Tula, carretera Ocampo, *D. Breedlove 63622* (MEXU); a 19 km E de Tula, camino a Ocampo, *D. Breedlove 63648* (MEXU); 4 km al N de San Andrés, *F. González Medrano 7189* (MEXU); El Almagre 55 km al N de Manuel, *F. González Medrano 7194* (MEXU), *7198* (MEXU); a 20 km al SO de Ciudad Victoria, cerca de Las Cumbres de la Sierra Madre, *R. McVaugh 10532* (MEXU).

18. ***Quercus mexicana*** Bonpl., Pl. Aequinoct. 2: 53, pl. 82.1809. TIPO: MÉXICO. Guanajuato, Santa Rosa, *A. Bonpland 4060* (sintipos: B, P!). Fig. 5E-H.

= *Quercus pablillensis* C.H. Mull., Amer. Midl. Naturalist 27(2): 477-478. 1942. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, hacienda Pablillo, cañón de San Francisco, *C. H. Muller & M. T. Muller 1100* (holotipo: BH!).

Árboles 6-10(12) m de alto; ramillas 1.5-2.5(-4) mm de diámetro, glabrescentes o puberulentas, lenticelas poco evidentes, algo blanquecinas; yemas ovoides, agudas a globosas 2-5 × 1.2-2.5 mm; hojas maduras con peciolos (2-)3-7(-9) mm de largo, glabrescentes, la base ligeramente rojiza; láminas coriáceas, elípticas u oblongas a oblongo-obovada 2.8-5.5(-8) × 1.1-2.5 cm; base cordada, obtusa rara vez truncada; margen ligeramente revoluto, entero; ápice obtuso a redondeado, cortamente aristado; venas secundarias 7-12 a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas, ramificadas y anastomosadas antes de llegar al margen; haz ligeramente lustroso, glabro o conservando escasos tricomas estrellados hacia la base; envés ligeramente lustroso, tomentoso con tricomas fasciculados de radios contortos laxamente distribuidos en toda la superficie, permitiendo ver la epidermis lisa o ligeramente papilosa, venas secundarias elevadas; frutos de maduración bianual, agrupados en pares, sésiles o en pedúnculos ca. 5 mm de largo; cúpulas hemisféricas, (7-)8-10 × 9-12 mm; bellotas semiesféricas u ovoides, 8-13(-14) × 8-10 mm; incluidas 1/3 a 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus mexicana* crece en bosque de pino-encino, bosque de encino, matorral xerófilo, entre 1600 y 2700 m de altitud, en suelos arcillosos con abundante afloramiento de roca.

En Tamaulipas se desconoce el tiempo de floración para esta especie, fructifica de septiembre a octubre. Se conoce de Coahuila, Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz.

Esta especie se puede reconocer por la presencia de tricomas fasciculados contortos distribuidos laxamente en el envés de las hojas, carácter que comparte con *Quercus eduardi* y por lo que puede confundirse con ésta. Sin embargo, la forma de las hojas, elípticas, ovadas u ocasionalmente oblongas, con margen entero y de 7 a 12 venas secundarias a cada lado de la vena media, la distingue de *Q. eduardi* que tiene hojas oblongas, oblanceoladas o elíptico obovadas con margen comúnmente dentado hacia el ápice de la hoja y de 5 a 8 venas secundarias a cada lado de la vena media.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Gómez Farías, entre Julilo y la Joya de Salas, *P. Martin 1202* (ENCB). Municipio Hidalgo, a 60 km al O de Barretal, *F. González Medrano 6385* (MEXU). Municipio Jaumave, 4 km noroeste de Montecarlo, rumbo a San Ramón, *L. J. García 2907* (HUAP); a 7 km al S de Caranbanchel en el camino a Joya de Salas, *F. González Medrano 3703* (MEXU), *3710* (MEXU); entre La Joya del Pinal y Joya de Salas, *F. González Medrano 3740* (MEXU). Municipio Miquihuana, al E de Miquihuana y SE de cerro Peña Nevada, *D. Breedlove 63501* (MEXU); La Asunción, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1266* (HUAP); km 12 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1827* (HUAP); km 15-16 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1830* (HUAP); El Aserradero, *L. J. García 1847* (HUAP); 6 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3768* (HUAP). Municipio Tula, a 8 km al E de Ricardo García a 26 km al N de Tula "Joya del Diluvion", *F. González Medrano 10227* (MEXU).

19. ***Quercus microphylla*** Neé, Anales Ci. Nat. 3: 264. 1801. TIPO: MÉXICO. Guanajuato, Acámbaro, entre Guanajuato y San Miguel El Grande, *L. Neé s.n.* (sintipo: MA!). Fig. 5I-L.

Arbustos 1-2 m de alto; ramillas 1-4 mm de diámetro, tomentosas a glabrescentes, lenticelas inconspicuas; yemas globosas a ovoides, 1-2 × 1-2 mm; hojas maduras con peciolos 2-4(-5) mm de largo, tomentosos; láminas coriáceas, elípticas u ovadas, 1.2-4 × 0.7-2 cm; base subcordada o redondeada; margen ligeramente revoluto, entero o con 1 o 2 dientes mucronados hacia el ápice; ápice obtuso, redondeado a mucronado; venas secundarias 4-7 a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas; haz lustroso, con tricomas estrellados en toda la superficie, distribuidos uniformemente permitiendo ver la epidermis; envés opaco, tomentoso con tricomas fasciculados sésiles ligeramente aracnoides, blanquecinos, entrelazados que ocultan la epidermis, con venas elevadas; epidermis papilosa blanquecina; frutos de maduración anual, en pares o solitarios, sésiles; cúpulas hemisféricas o pateliformes, 5-10 × 9-11(-13) mm; bellotas ovadas o semiesféricas, 10-14 × 8-12 mm; incluida 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus microphylla* crece en bosque de encino, bosque de pino y matorral. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica de agosto a septiembre. Se conoce de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Esta especie puede confundirse con *Quercus striatula* Trel. Sin embargo, *Q. microphylla* se distingue por la lámina coriácea, las hojas miden 1.2-3 × 0.7-1.8 cm y presentan el margen revoluto; mientras que *Q. striatula* tiene lámina semicoriácea, las dimensiones de las hojas son 0.5-2 × 0.3-0.7 cm y el margen es plano. Los arbustos en *Q. microphylla* miden hasta 2 m de altura y en *Q. striatula* solo alcanzan un metro de altura.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, a lo largo de la carretera de Miquihuana "Cerro Peña Nevada", *D. Breedlove 63440* (MEXU), *63443* (MO), *63444* (MEXU), *63504* (MEXU);

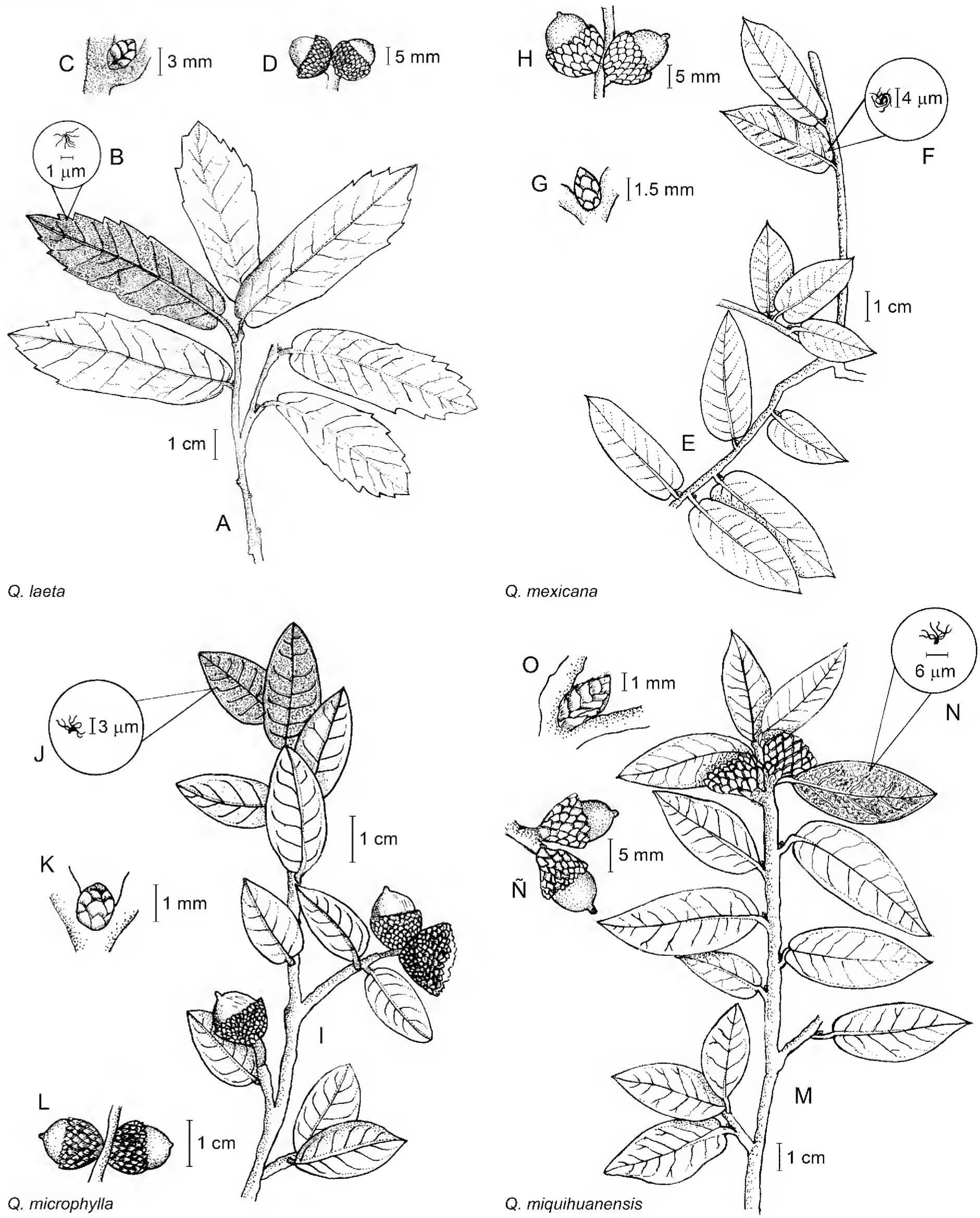


Figura 5: *Quercus laeta* Liebm. A. ramilla con hojas; B. tricoma fasciculado del envés de las hojas; C. yema axilar; D. frutos. *Q. mexicana* Bonpl. E. ramilla con hojas; F. tricoma fasciculado contorto del envés de las hojas; G. yema axilar; H. frutos. *Q. microphylla* Née. I. ramilla con hojas y frutos; J. tricoma fasciculado del envés de las hojas; K. yema axilar; L. frutos. *Q. miquihuanensis* Nixon & C.H. Mull. M. ramilla con frutos; N. tricoma fasciculado del envés de las hojas; Ñ. frutos; O. yema axilar.

km 10 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1840* (HUAP). Municipio Tula, a 33 km N de Tula, carretera México 101, *D. Breedlove 63589* (MO), *63592* (MEXU). Sin municipio, Peña del León, ladera N, *A. García 8611* (MEXU).

20. ***Quercus miquihuanensis*** Nixon & C.H. Mull., Brittonia 45: 152. 1993. TIPO: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, 17 km N de Miquihuana (6.4 mi N of Las Flores), 29.IX.1983, *K. C. Nixon et al. 4051-1* (holotipo: BH!). Fig. 5M-O.

Arbustos 1 a 4 m de alto; ramillas 1.5-4.5(-6) mm de diámetro, grisáceo a amarillentas, tomentosas; yemas ovoides o subglobosas, 2-3(4) × 1.5-2 mm; hojas maduras con peciolos 2.5-9 mm de largo, tomentosos, algo rojizos y pardos hacia la base; láminas fuertemente coriáceas, ovadas, lanceoladas o elípticas, 2-6 × 1-2 cm; base subcordada o redondeada; margen revoluto, entero, ampliamente crispado o no; ápice aristado, obtuso o agudo; venas secundarias 5-9(-10) a cada lado de la vena media, ascendentes, ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz ligeramente amarillento al secarse, algo lustroso, glabro o con escasos tricomas en la base de la vena media; venas secundarias fuertemente impresas; envés pubescente con tricomas fasciculados estipitados dando un aspecto lanoso y rojizo, los tricomas fácilmente desprendibles, las venas secundarias elevadas; epidermis papilosa y ampulosa; amentos masculinos 2-3 cm de largo, raquis puberulento; flores masculinas laxamente distribuidas, perianto campanulado con el margen de los lóbulos ciliados, 1-1.5 mm de largo; estambres 3-4, exertos, anteras apiculadas, glabras; frutos de maduración bianual, solitarios o en pares sobre pedúnculos 3-20 mm de largo; cúpulas hemisféricas, (4-)7-11 × 7-12(-13) mm; bellotas ovoides, (6-)8-12 × (-6)7-9 mm.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus miquihuanensis* crece en bosque de pino, pino-encino y matorral xerófilo, entre 2300 y 3050 m de altitud, asociada a *Pinus* sp., *Populus* sp., *Arctostaphylos* sp., *Agave* sp. y *Ceanothus* sp. En Tamaulipas florece en abril y mayo, fructifica en septiembre y octubre. Se conoce de Nuevo León y Tamaulipas.

Esta especie fue descrita por Nixon y Muller (1993) con base en material de Tamaulipas y Nuevo León. Se distingue por tener las hojas fuertemente coriáceas, ovadas, lanceoladas o elípticas, 2-6 × 1-3 cm, el margen revoluto y entero, el envés de las hojas tiene tricomas que dan un aspecto lanoso y de color rojizo a amarillento, con 5 a 9(10) venas secundarias a cada lado de la vena media, impresas en el haz y elevadas en el envés.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, ejido La Peña, cerca del campamento "Joya de La Peña", *B. Boyle 7476* (MEXU); a lo largo del camino forestal, al E de Miquihuana, *D. Breedlove 63494,* (MEXU), *63511* (MEXU), *63545* (MEXU); 17 km al oeste de La Peña, *F. González Medrano 7055* (MEXU); cañada de la Joya de Gómez a 25 km al NE de La Peña, *F. González Medrano 7141* (MEXU). Municipio Valle Hermoso, km 15-16 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1831* (HUAP); km 10 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1841* (HUAP); 6 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3769* (HUAP); km 18 camino La Peña - El Aserradero, *L. J. García 3812* (HUAP); Llano del Milagro, 8 km al norte de Valle Hermoso, *F. González Medrano 8721* (MEXU), *8725* (MEXU), *8732* (MEXU).

21. ***Quercus muehlenbergii*** Engelm., Trans. Acad. Sci. St. Louis 3(25): 391. 1877. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. (No designado en el protólogo) Fig. 6A-C.

= *Quercus sentenelensis* C.H. Mull. Amer. Midl. Naturalist 18(5): 849. 1937. TIPO: MÉXICO. Coahuila, municipio Villa Acuña, Sierra del Carmen, Canyon de Sentenela on Hacienda Piedra Blanca, 9.VII.1936, *F. Lyle Wynd & C. H. Muller 629* (lectotipo: ILL!, isolectotipo: MO!).

Árboles 10 m de alto; ramillas 2-3 mm de diámetro, glabradas, conservando algunos tricomas multiradia-

dos, lenticelas evidentes, blanquecinas; yemas globosas a ovoides, 1.5-2(-3) × 1.2-2(-2.5) mm; hojas maduras con peciolos 10-20 mm de largo, glabros; láminas coriáceas, obovadas u oblanceoladas, (5.5)8 -12 × 2.4-5.7(-9.7) cm; base truncada o cuneada; margen ligeramente revoluto, con 4-11 dientes de ápices redondeados a obtusos que terminan en un mucrón, distribuidos por arriba de la base; ápice agudo a acuminado; venas secundarias (6-)7-12(-14) a cada lado de la vena media, rectas, casi paralelas y prolongándose hasta el margen y continuándose en el mucrón; haz ligeramente lustroso, glabro, con venas secundarias ligeramente impresas; envés opaco y glauco al secarse, con tricomas estrellados adpresos distribuidos laxamente dejando ver la epidermis y algunos tricomas glandulares en la superficie; epidermis papilosa; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, sésiles; cúpulas hemisféricas, ca. 12 × 25 mm; bellotas ovoides, ca. 22 × 19 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus muehlenbergii* crece en bosque de encino y pino-encino, de 900 a 1650 m de altitud, asociada a *Q. laeta*, *Q. saltillensis* Trel., *Pinus cembroides, Abies guatemalensis* Rehder, *Carya ovata* (Mill.) K. Koch y *Arbutus xalapensis* Kunth. En Tamaulipas se desconoce el tiempo de floración para esta especie, fructifica en septiembre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; también se distribuye en Canadá y en los Estados Unidos de América.

Especie con amplia distribución y gran variación morfológica, lo que ha conducido a que fue descrita varias veces bajo distintos nombres y consecuentemente presenta abundantes sinónimos. En Tamaulipas su distribución es limitada. Se puede reconocer fácilmente por sus hojas oblanceoladas, con el haz glabro y lustroso y el envés glauco y grisáceo al secarse, con peciolos de hasta 20 mm de largo, de 7-12 venas secundarias paralelas que se prolongan hasta el margen, y éste con 4-11 dientes que se distribuyen a lo largo de toda la lámina.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, cerro Bufa El Diente, Sierra San Carlos, *O. Briones 1756* (ENCB, MEXU). Municipio San Carlos, Sierra de San Carlos, rancho El Diente, ladera alta de la Sierra, *J. A. Encina et al. 1733* (HUAP). Municipio Victoria, mina Peregrina, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1188* (HUAP); rancho El Molino, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1215* (HUAP), *2188* (HUAP); km 17 Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1191* (HUAP); mina de Talco, Cañón del Novillo, *L. J. García 1640* (HUAP).

22. ***Quercus oleoides*** Schltdl. & Cham., Linnaea 5: 79. 1830. TIPO: MÉXICO. Veracruz, municipio Jalapa, Hacienda de la Laguna, X.1828, *C. J. W. Schiede 23* (holotipo: B, isotipo: HAL!). Fig. 6D-G.

Árboles 3-13(-15) m de alto; ramillas 1.5-4 mm de diámetro, canescentes, cubiertas con diminutos tricomas estrellados, con lenticelas no evidentes; yemas globosas u ovoides, 1-2(-3) × 1-2 mm; hojas maduras con peciolos 3-7 mm de largo, cubiertos con el mismo indumento que las ramillas; láminas coriáceas, obovadas a elípticas, 3-8 × 1.5-4 cm; base aguda o cuneada; margen ligeramente revoluto, entero o con 3-4 dientes cortos o crenas distribuidas hacia el ápice; ápice redondeado a obtuso, mucronado; venas secundarias 5-8 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas o ligeramente curvadas, ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz lustroso, glabro, oscuro al secar, con venas secundarias impresas; envés opaco, pubescente, con tricomas estrellados adpresos amarillentos a canescentes que cubren totalmente la superficie; venas secundarias elevadas; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, sésiles o sobre un pedúnculo ca. 10 mm de largo; cúpulas hemisféricas u obcónicas, 9-12 × 10-11(-14) mm; bellotas ovoides, 17-26 × 11-13 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus oleoides* crece en bosque de encino y bosque

tropical subcaducifolio, entre 330 y 1100 m de altitud, asociada a *Bursera morelensis* Ramírez, se encuentra en suelos rojizos, en potreros y ruderal. Se considera un encino característico de ciertas zonas tropicales, distribuido en las tierras bajas de la vertiente del Golfo. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en noviembre. Se conoce de Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán; también se distribuye en Centroamérica hasta Honduras.

Quercus oleoides comparte la consistencia, el color y el tipo de tricomas de las hojas con *Q. fusiformis* también presente en el estado de Tamaulipas. Las principales diferencias se pueden apreciar bajo la discusión de *Q. fusiformis.*

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Aldama, km 7 Tampico - Cd. Mante, 12.VII.1950, *E. Hernández s.n.* (ENCB); along hwy, Mex. 180, 25 km NNE of Aldama, *M. H. Nee 32710* (MO); 10 km NE of Aldama, *M. H. Nee 32719* (MO). Municipio Ocampo, a 2 mi N de Ocampo camino a El Tigre, *C. H. Muller 9693* (ENCB), *9696* (ENCB). Municipio Soto la Marina, cerro El Picacho, *H. Puig 2864* (ENCB); La Morena, *C. Zermeño 569* (INEGI). Municipio Tampico, Tampico, *E. Palmer 318* (MO). Sin municipio, a 4 km al N de San Andrés, *F. González Medrano 7177* (MEXU), *7188* (MEXU); a 50 km al N de Manuel Mora, *F. González Medrano 12509* (MEXU); Cañón de Galeana, carretera 608 - 625 México - Laredo, 16.X.1950, *E. Hernández s.n.* (MEXU); a 13 km de Tampico, sobre la carretera Mante, *M. Johnston 4068* (MEXU); a 15 km al NE de Altamirano, *B. Olivera 43* (MEXU).

23. ***Quercus paxtalensis*** C.H. Mull., U.S.D.A. Bur. Pl. Industr. Misc. Publ. 477: 75, pl. 113. 1942. TIPO: MÉXICO. Chiapas, Mount Paxtal, 3.VIII.1937, *E. Matuda 1724* (holotipo: MICH, isotipos: A, NY, US!). Fig. 6H-J.

Árboles 7-20 m de alto; ramillas 1-3(-5) mm de diámetro, glabras, lenticelas amarillentas evidentes; yemas cónicas u ovoides, 1.2-4 (-5) × 1-3 mm, grisáceas; hojas maduras con peciolos 17-50(-60) mm; láminas semicoriáceas, ovadas o lanceoladas, 8-16 × 2.8-4 cm; base cuneada a truncada; margen plano, con 7-11 dientes aristados distribuidos por arriba del margen; ápice agudo y aristado; venas secundarias 7-11 a cada lado de la vena media, rectas ascendentes, continuándose en el diente y hasta la arista; haz lustroso, glabro, con venas secundarias impresas o casi al mismo nivel que el resto de la superficie; envés ligeramente lustroso, glabro rara vez conservando tricomas fasciculados estipitados en las axilas de las venas secundarias, venas secundarias elevadas; frutos de maduración anual, solitarios, sobre un pedúnculo 4-5 mm largo; cúpulas turbinadas, 9-11 × 12-15(-16) mm; bellotas ovoides, 12-15(-17) × 10-12 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus paxtalensis* crece en bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino, entre 1200 y 1510 m de altitud, asociado a *Liquidambar styraciflua, Quercus germana* y *Ocotea tampicensis* (Meisn.) Hemsl. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en septiembre y octubre. Se conoce de Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz.

Romero (2006) considera a *Quercus paxtalensis* como sinónimo de *Q. xalapensis* Bonpl. Sin embargo, en este tratamiento se difiere de ello ya que existen caracteres que permiten reconocerlas como dos especies diferentes. *Quercus paxtalensis* presenta frutos de maduración anual, la cúpula de la bellota es turbinada con las escamas algo canescentes, las hojas tienen la base cuneada y ocasionalmente algo truncada. *Quercus xalapensis* tiene frutos de maduración bianual, la cúpula de la bellota es hemisférica con escamas ligeramente más tomentosas y ligeramente pardas, las láminas de las hojas presentan la base redondeada a obtusa.

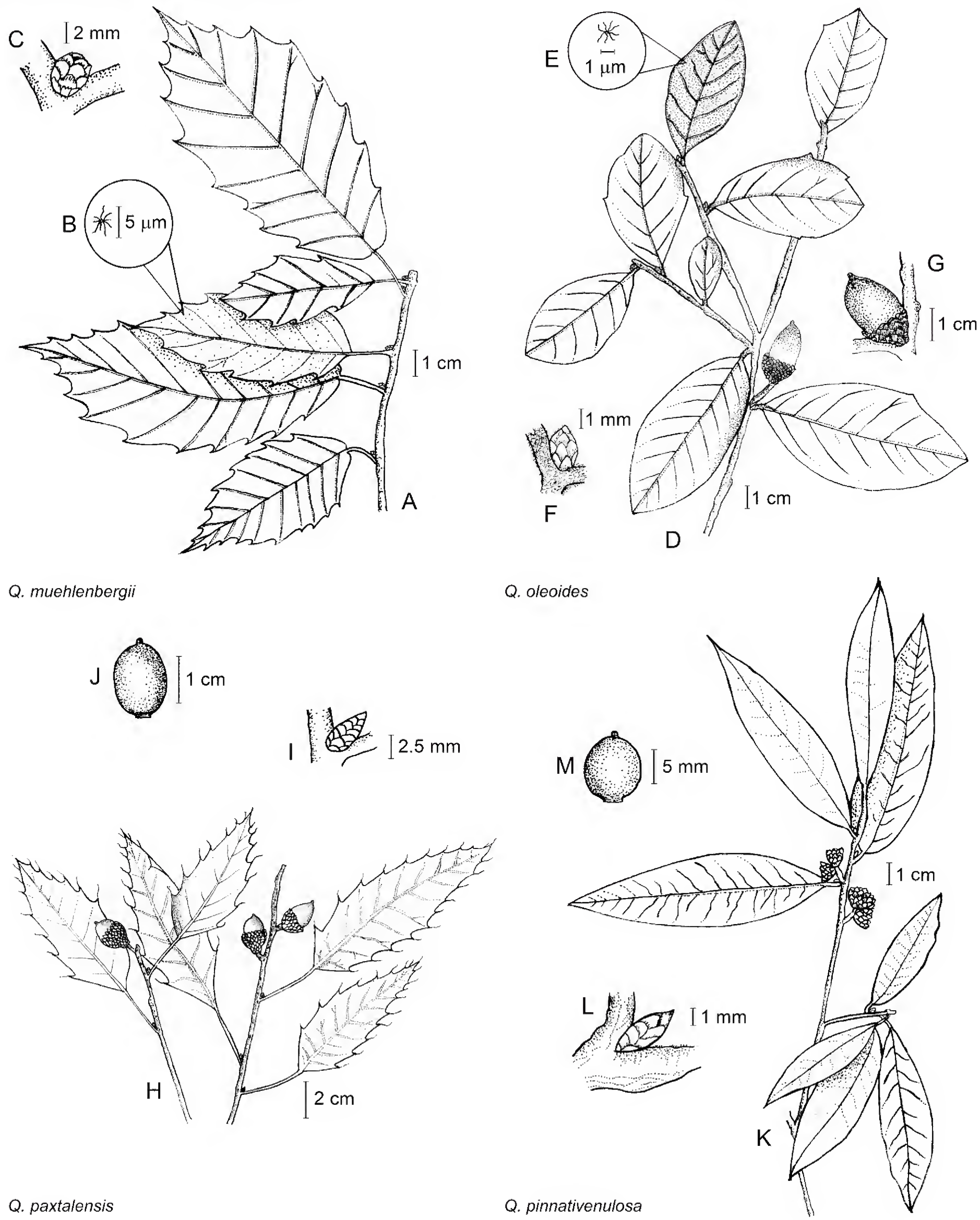


Figura 6: *Quercus muehlenbergii* Engelm. A. ramilla con hojas; B. tricoma fasciculado del envés de las hojas; C. yema axilar. *Q. oleoides* Schltdl. & Cham. D. ramilla con hojas y fruto; E. tricoma estrellado del envés de las hojas; F. yema axilar; G. fruto. *Q. paxtalensis* C.H. Mull. H. ramilla con hojas y frutos; I. yema axilar; J. bellota. *Q. pinnativenulosa* C.H. Mull. K. ramilla con hojas y copas del fruto; L. yema axilar; M. bellota.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Gómez Farías, 3 km al sur del ejido Alta Cima, camino a San José, *L. J. García 3500* (HUAP); entronque a Casa de Piedra, ca. 4 km al sur del ejido Alta Cima, camino a San José, *L. J. García 3501* (HUAP); Valle del Ovni, ca. 6 km al sur del ejido Alta Cima, camino a San José, *L. J. García 3503* (HUAP); reserva El Cielo, 17.IX.1994, *I. García s.n.* (INEGI); arriba de Gómez Farías, near rancho El Cielo, *A. H. Sharp et al. 50279* (MEXU); San José (Estación Canindo), *C. Zermeño 914* (INEGI). Municipio Jaumave, El Molino, *A. Rendón 40391* (INEGI).

24. ***Quercus pinnativenulosa*** C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 171. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Villa Santiago, Cañón Guajuco, Sierra Madre, 13.VIII.1934, *C. H. Muller 1342* (holotipo: A, isotipos: MEXU!, UCSB). Fig. 6K-M.

Árboles 10-15(20) m de alto; ramillas 1.5-3(-4) mm de diámetro, lenticelas poco conspicuas, amarillentas; yemas ovoides a cónicas, 2-3.5 × 1.3-1.7 mm; hojas maduras con peciolos 3-8 mm de largo, glabros; láminas semicoriáceas a coriáceas, lanceoladas o elíptico-lanceoladas, 5.7-12 × 1.8-3 cm; base agudo-redondeada; margen entero, ligeramente crispado; ápice agudo, aristado; venas secundarias 8-15(18) a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas, ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz lustroso, glabro, con venas secundarias poco notorias; envés lustroso, glabro, con venas secundarias y venillas casi al mismo nivel que el resto de la superficie o ligeramente elevadas, poco notorias; epidermis ligeramente papilosa; amentos masculinos 60-90 mm de largo, raquis glabrescente con algunos tricomas simples; flores laxamente distribuidas, perianto ciatiforme a semigloboso, 1.2 -1.8 mm de largo y 1.8 mm de diámetro, con 6 lóbulos fimbriados; estambres 5-6, exertos,anteras glabras; frutos de maduración bianual, solitarios o agrupados en pares, sobre un pedúnculo 4-8 mm de largo; cúpulas hemisféricas o infundibuliformes, 5-9 × 9-12 mm; bellotas ovoides, 10-18 × 10-11 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus pinnativenulosa* crece en el bosque mesófilo de montaña y bosque húmedo de encino-pino, entre 1250 y 1900 m de altitud. En Tamaulipas florece en abril, fructifica de agosto a octubre. Se conoce de Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Esta especie no presenta problemas de identificación en Tamaulipas; sin embargo, por sus hojas glabras y angostas, podría confundirse con *Q. affinis*. Ver diferencias de éstas bajo la discusión de *Q. affinis*.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Hidalgo, a 3 km al SE de Puerto Purificación, en el camino a Conrado Castillo, *F. González Medrano 17162* (CHAP, MEXU). Municipio Victoria, 1 km al norte de la entrada al ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 1682* (HUAP); 3 km al norte del rancho El Molino, Cañón de La Peregrina, *L. J. García 2191* (HUAP).

25. ***Quercus polymorpha*** Schltdl. & Cham., Linnaea 5(1): 78. 1830. TIPO: MÉXICO. Veracruz, municipio Jalapa, Hacienda de la Laguna, X.1828, *C. J. W. Schiede 20* (holotipo: HAL!). Fig. 7A-D.

= *Quercus polymorpha* f. *angustifolia* C.H. Mull. J. Arnold Arbor. 17: 161. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Galeana, cañons about Alamar on Hacienda Pablillo, *C. H. Muller 1144* (holotipo: A!).

Árboles 6- 20 m de alto; ramillas 2-3 mm de diámetro, glabras o conservando escasos tricomas estrellados amarillentos fácilmente desprendibles, lenticelas conspicuas y amarillentas; yemas ovoides a cónicas, 3-6 × 2-3.5 mm; hojas maduras con peciolos 0.9-2.5 cm de largo, ligeramente amarillentos; láminas coriáceas, ovadas u oblongas 5-12(-14) × 2.3-6.6 cm; base subcordada, cordada u ocasionalmente obtusa; margen ligeramente revoluto, entero o con 2-3(5) dientes cortos mucronados hacia el ápice; ápice obtuso, redondeado o retuso, rara vez acuminado;

venas secundarias ligeramente amarillentas, 7-10(12) a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas, ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz algo lustroso, glauco a ligeramente amarillento, glabro; envés opaco, glauco, frecuentemente ceroso, glabro o con tricomas fasciculados cortamente estipitados concentrados a lo largo de la vena media y axilas de las venas secundarias, algunos esparcidos en toda la superficie; epidermis papilosa; frutos de maduración anual, solitarios o agrupados en pares, en pedúnculos ca. 1.8 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 9-11 × 12-14 mm; bellotas ovoides, 11-14 × 8-10 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: especie del género *Quercus* con mayor distribución geográfica en Tamaulipas. *Quercus polymorpha* crece en bosque de pino, bosque de encino, bosque tropical subcaducifolio y matorral xerófilo, entre 400 y 1900 m de altitud, asociada a *Pinus estevezii* (Martínez) J.P. Perry. Se encuentra sobre las laderas escarpadas de la Sierra de Tamaulipas, en bosque perturbado por actividades agrícolas, en suelo somero de pH ácido. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica de julio a octubre. Se conoce de Chiapas, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz; también se encuentra en Estados Unidos de América y Guatemala.

Las características distintivas de esta especie son las láminas glaucas, obovadas u oblongas, la base subcordada o cordada, así como los peciolos y venas medias ligeramente amarillentas.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Aldama, región de rancho Las Yucas, cerca 40 km, NO de Aldama, 12.X.1957, *Anónimo s.n.* (MEXU). Municipio Casas, Los Ángeles, *A. Moreno 799* (INEGI), *905* (INEGI). Municipio Cruillas, a 3 km S de González (Patao), *C. Zermeño 876* (INEGI). Municipio Gómez Farías, El Paraíso (a 7 km al O de Rancho del Cielo), *F. González Medrano 7458* (MEXU); a 2 km debajo de San José, *C. Zermeño 927* (INEGI). Municipio Jaumave, Paso Real de Guerrero, *M. Gómez 42893* (INEGI); a 3 km al O de La Unión, al NO de Jaumave, *F. González Medrano 9677* (MEXU); Paso Real de Guerrero, 28 km al S de Jaumave, *F. González Medrano 9959* (MEXU); Casa Rodarte, *A. Rendón 40390* (INEGI); El Molino, *A. Rendón 40391* (INEGI); El Güero, *A. Rendón 40589* (INEGI); El Rincón, *A. Rendón 41184* (INEGI); La Unión, *A. Rendón 41380* (INEGI); a 3 km N Magdaleno Aguilar, *C. Zermeño 929* (INEGI). Municipio Llera, La Florida (Loma Los Otales), *O. Rodríguez 42534* (INEGI). Municipio Mainero, a 13 km al SE de La Purísima, exposición N del cerro La Tinaja, 31.VII.1976, *C. Garrido s.n.* (INEGI). Municipio Ocampo, Alamar del Platanito, *M. Gómez 43418* (INEGI); El San Antonio Buenavista, *O. Rodríguez 43589* (INEGI); Aniceto Medrano, *O. Rodríguez 43758* (INEGI); Emperadores Azteca (Charco Barrón), *O. Rodríguez 44427* (INEGI); Praxedis Guerrero (Las Cuevitas), *O. Rodríguez 43927* (INEGI), *44095* (INEGI). Municipio Palmillas, camino San José, La Begonia, Sierra de San Carlos, *O. Briones 1465* (EMCB); Rancho Verde, *M. Gómez 42525* (INEGI); La cuesta del Refugio (El Filo), *O. Rodríguez 43070* (INEGI). Municipio Soto La Marina, km 78 carretera Cd. Victoria - Soto la Marina, Sierra Tamaulipeca, 14.XI.1977, *F. Takaki s.n.* (INEGI). Municipio Tula, a 5 km NE de los Acahuales, Sierra Madre Oriental, *C. Macías 44* (INEGI), *46* (INEGI); Cristóbal Colón (El Zapatero), *O. Rodríguez 43925* (INEGI); Potrero el Peñon, *O. Rodríguez 44094* (INEGI); Alberto Carrera T. (Las Moras), *O. Rodríguez 44425* (INEGI); Emperadores Azteca (La Hoya Honda), *O. Rodríguez 44426* (INEGI); Gallos Grandes (El Tejocote), *O. Rodríguez 44589* (INEGI). Municipio Victoria, El Pital, *M. Gómez 41580* (INEGI); a los 3 km E de La Reforma, *A. Moreno 737* (INEGI); El Plátano (La Cuchilla de las Flechas), *O. Rodríguez 41773* (INEGI). Sin municipio, a 32 km al E de Tula a lo largo de la carretera a Ocampo, *D. Breedlove 63699* (MEXU); 3 km al S de San Miguel, en la desviación a Santa María de los Nogales, Sierra de Tamaulipas, *F. González Medrano 1813* (MEXU); rancho Los Alacranes, 20 km al O de Casas, *F. González Medrano*

7236 (MEXU); El Picacho, km 70, *H. Puig 4766* (MEXU); a 3 km NO del poblado Acahuales, parte alta, entre Acahuales y Gallitos, *S. Mora 9* (INEGI), *15* (INEGI).

26. ***Quercus porphyrogenita*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 51, pl. 39. 1924. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, mountains near Monterrey, *Trelease 117* (holotipo: MO!). Fig. 7E-H.

= *Quercus microlepis* Trel. & C.H. Mull., Bull. Torrey Bot. Club 63(3): 150-151. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, Monterrey, *C. H. Muller 578* (holotipo: ILL, isotipos: BH!, MEXU!).

Árboles 5-8 m de alto; ramillas 1-2.2 mm de diámetro, glabrescentes, con tricomas estrellados, pardo-rojizas, lenticelas blanquecinas poco conspicuas; yemas ovoides a globosas, 1-2.2 × 0.9-1.3 mm; hojas maduras con peciolos 2.2-2.8(4) mm de largo, glabrescentes; láminas coriáceas, glaucas, oblongas, 2.8-5.2 (9) × 1.1-1.6 (3.5) cm; base subcordada, cordada a obtusa; margen plano, entero, ocasionalmente crenado; ápice redondeado u obtuso, ocasionalmente ligeramente retuso; venas secundarias 8-18 a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas; haz glauco, ligeramente lustroso, glabro o conservando escasos tricomas fasciculados sésiles hacia la base de la vena media, venas secundarias poco notorias; envés glabro o glabrado, conservando escasos tricomas fasciculados sésiles hacia la base de la hoja y en ocasiones también conserva escasos tricomas glandulares hialinos inconspicuos sobre la epidermis ligeramente papilosa; amentos masculinos 55-70 mm de largo, raquis pubescente; flores homogéneamente distribuidas, sésiles, las basales en pequeños pedúnculos 1 mm; perigonio estrellado, ligeramente pateliforme, con tricomas en la cara abaxial; estambres 4-7, exertos, anteras glabras; frutos de maduración anual, sésiles, solitarios o agrupados en pares; cúpulas hemisféricas, 5-6.5 × 11-13 mm; bellotas ovoides, 18-21 × 9-11 mm; incluidas 1/3 a 1/4 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus porphyrogenita* crece en bosque de encino y bosque de pino-encino, entre los 700 y 1350 m de altitud, asociada a *Quercus polymorpha, Q. canbyi* y *Q. laeta,* en suelos calizos. En Tamaulipas florece en abril, fructifica en julio y agosto. Se conoce de Nuevo León y Tamaulipas.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Hidalgo, a 31 km al O de El Carmen, *F. González Medrano 13860* (MEXU). Municipio Victoria, on rt 101 above Ciudad Victoria, *A. J. Coombes y M. Rodríguez A. 398* (HUAP); Cañón del Novillo, 30 km al O de Ciudad Victoria, *F. González Medrano 14519* (MEXU); El Aserradero, 17 km al O de Cd. Victoria, por el Cañón del Novillo, *M. Martínez 781* (MEXU); Cañón de Las Burras, Sierra Madre Oriental, *A. Mora 6828* (MEXU).

Quercus porphyrogenita fue tratada como sinónimo de *Q. germana* Schltdl. & Cham. por Valencia y Flores (2006). Sin embargo, la revisión del tipo y de los ejemplares examinados permite considerarla como una especie diferente. Es una especie que puede confundirse con *Q. laceyi*, tal como fue señalado por Nixon y Muller (1992), porque ambas presentan hojas glaucas y glabras. *Quercus porphyrogenita* puede distinguirse por presentar hojas de margen principalmente entero, base subcordada u obtusa y el haz algo lustroso, mientras que *Q. laceyi* presenta hojas lobadas, la base generalmente es cuneada ocasionalmente redondeada y el haz generalmente es opaco.

27. ***Quercus potosina*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 84, pl. 123-125. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, 1.I.1878, *C. Parry & E. Palmer 838* (holotipo: MO!). Fig. 7I-M.

= *Quercus potosina* f. *aperta* Trel., Mem. Natl., Acad. Sci. 20: 84, pl. 125. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, San Luis Potosí, *C. C. Parry & E. Palmer 838b* (holotipo: MO!).
= *Q. potosina* f. *exilis* Trel., Mém. Natl., Acad. Sci. 20: 84, pl. 124. 1924. TIPO: MÉXICO. San Luis Potosí, San Luis Potosí, 1.I.1878, *C. C. Parry & E. Palmer s.n.* (holotipo: MO!).

Árboles de hasta 6 m de alto; ramillas 2-4 mm de diámetro, tomentulosas, con lenticelas amarillentas poco evidentes a través de los tricomas; yemas ovoides o globosas, 1.5-3 × 1-2.7 mm; hojas maduras con peciolos 3-7 mm; láminas coriáceas, obovadas a elípticas, 3-4.5 × 1.4-2.3 cm; base subcordada a redondeada, en ocasiones asimétrica; margen no revoluto o escasamente revoluto, con 4-5 dientes notoriamente mucronados a cada lado de la hoja, distribuidos en las 3/4 partes distales de la lámina; ápice obtuso o redondeado, mucronado; venas secundarias 4-7 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, ramificándose o no antes de llegar al margen; haz ligeramente lustroso, glabro o con algunos tricomas estrellados sésiles en la base de la vena media, venas secundarias impresas dando apariencia rugosa; envés pubescente, con tricomas fasciculados sésiles y abundantes tricomas glandulares color ambar a rojizos que permiten ver la epidermis, venas secundarias ligeramente elevadas; epidermis papilosa; frutos de maduración anual, agrupados en pares o solitarios, sésiles; cúpulas hemisféricas, 9-12 × 9-15(-18) mm; bellotas ovoides, 12-19 × 12-17 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus potosina* crece en bosque de pino-encino, a 2500 m de altitud. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica de septiembre a noviembre. Se conoce de Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas.

Esta especie puede confundirse con *Quercus greggii,* pero esta última presenta hojas rígido-coriáceas, margen fuertemente revoluto con 2 a 3 dientes hacia el ápice y envés con tricomas fasciculados que ocultan totalmente a la epidermis y a los tricomas glandulares. *Quercus potosina* a diferencia tiene láminas coriáceas, el margen es escasamente revoluto o no, con 4-5 dientes a cada lado de la lámina, el envés está cubierto principalmente por tricomas glandulares color ambar o rojizos.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, a 25 km al NE de La Peña, *F. González Medrano 7080* (MEXU), *7146* (MEXU).

28. ***Quercus pringlei*** Seemen, Bot. Jahrb. Syst. 29(1): 96. 1900. TIPO: MÉXICO. Coahuila, Carneros Pass, 1.IX.1890, *C. G. Pringle 2382* (lectotipo: MO, isolectotipos: A!, BR!, NY, US!). Fig. 7N-P.

= *Quercus pringlei* f. *dentata* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 168. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, Galeana, about Pablillo on Hacienda Pablillo, *C. H. Muller 881* (holotipo: A).

Arbustos o árboles 0.5-3 m de alto; ramillas 1-2 mm de diámetro, glabrescentes conservando algunos tricomas estrellados o crispados; yemas ovoides 0.9-2 (-2.8) × 0.7-1.8 mm; hojas maduras con peciolos (1-) 3-6 mm de largo; láminas semicoriáceas, oblongas, elípticas, rara vez lanceoladas (1.6-)1.8-3.2(-4.5) × (0.5-) 0.6-1(-1.3) cm; base redondeada; margen plano, entero o rara vez con 2 a 3 dientes o crenas mucronadas hacia el ápice; ápice mucronado o redondeado; venas secundarias 5-9 a cada lado de la vena media, ligeramente ascendentes, ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz lustroso, glabro, con venas secundarias no impresas y poco notorias; envés opaco, glabro, glauco, con escasos tricomas estrellados sésiles hacia la base de la lámina; epidermis lisa; amentos masculinos (15-)18-27 mm de longitud; flores masculinas sésiles, homogéneamente distribuidas a lo largo del raquis, perigonio campanulado, 5-6 lobulado; estambres 5-6, exertos, anteras glabras; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, sésiles o sobre un pedúnculo 8 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 9 × 15 mm; bellotas ovoides, 10-14 × 9-12 mm; incluidas 1/4 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus pringlei* crece en bosque de pino-encino, matorral xérofilo y chaparral, entre 1000 y 3000 m de altitud, asociado a *Pinus pseudostrobus, Dasylirion* sp., *Cercocarpus*

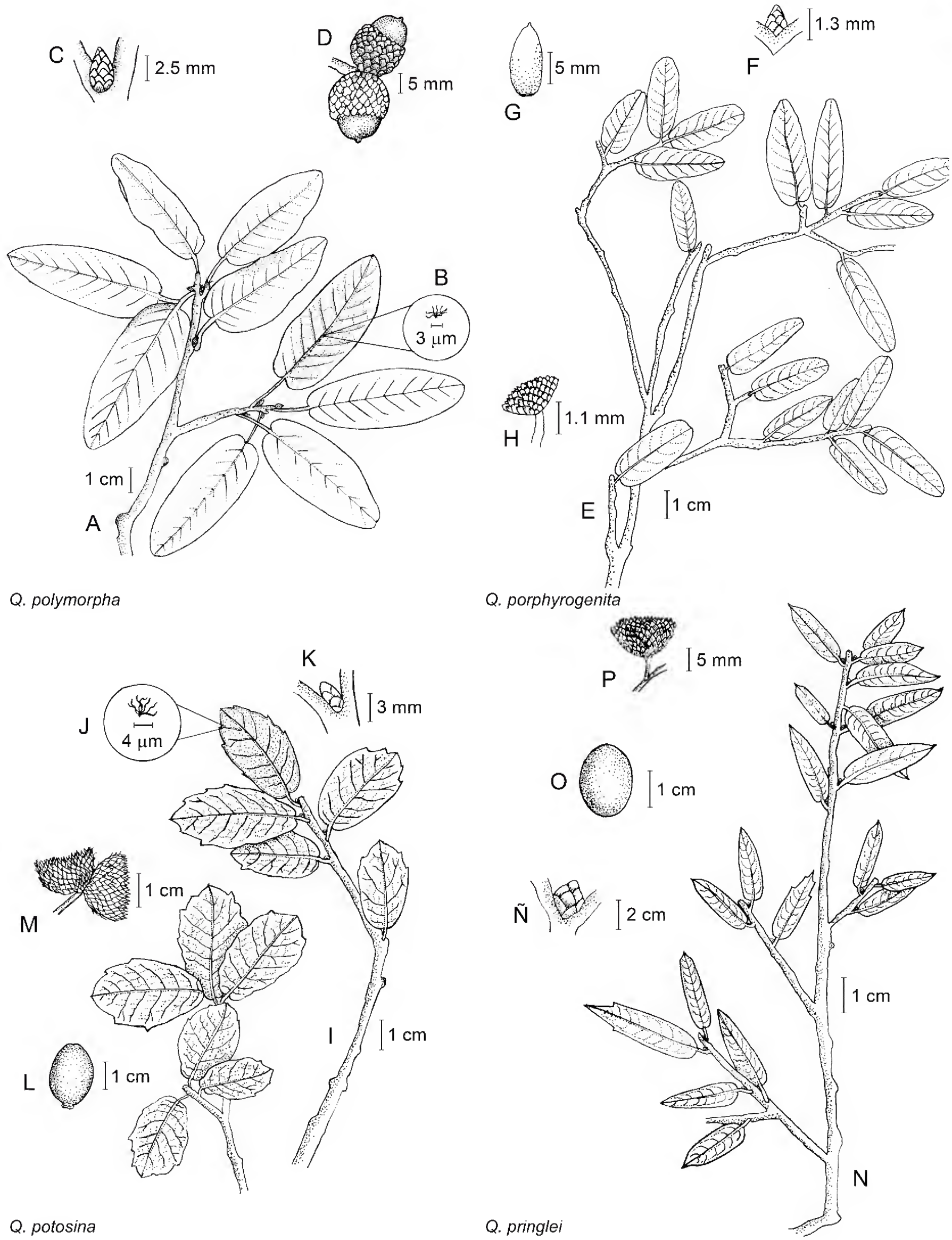


Figura 7: *Quercus polymorpha* Schltdl. & Charm. A. ramillas con hojas; B. tricoma fasciculado del envés de las hojas; C. yema axilar; D. frutos. *Q. porphyrogenita* Trel. E. ramilla con hojas; F. yema axilar; G. bellota; H. copa del fruto. *Q. potosina* Trel. I. ramilla con hojas; J. tricoma fasciculado del envés de las hojas; K. yema axilar; L. bellota; M. copa del fruto. *Q. pringlei* Seemen. N. ramilla con hojas; Ñ. yema axilar; O. bellota; P. copa del fruto.

sp., *Rhus* sp., *Lindleya* sp. y *Dalea* sp. En Tamaulipas florece en marzo, fructifica en agosto y septiembre. Se conoce de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas.

Esta especie puede distinguirse fácilmente por su hábito arbustivo o por ser árboles pequeños, las hojas glabras, oblongas, elípticas a lanceoladas 1.8-3.2 × 0.6-1 cm, el haz generalmente lustroso y el envés opaco, con 5-9 venas secundarias a cada lado de la vena media y las venas poco notorias tanto en el haz como el envés.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Bustamante, carretera 70 N de la Presita y 36 km N de Tula, *L. Dorr 2348* (MEXU); El Capulín, *L. J. García 1867* (HUAP); 6 km oeste de Joya de Herrera, *L. J. García 2399* (HUAP); a 3 km al S de La Joya de Herrera, cerro El Picudo, ladera orientada al O, *F. González Medrano 9154* (MEXU), *9168* (MEXU), *9177* (MEXU); a 3 km al O de Bustamante, *F. González Medrano 9263* (MEXU); a 2.5 km SO la Joya de Herrera, *C. Zermeño 1073* (INEGI). Municipio Casas, cerca de San José, Sierra de San Carlos, *O. Briones 1982* (EMCB); mina La Homogenea, Sierra San Carlos, *O. Briones 2017* (EMCB). Municipio Miquihuana, Altamira (La Concha), *I. Arias 41763* (INEGI); ejido La Peña del Campamento "Joya de la Peña", *B. Boyle 7497* (MEXU); km 5 La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1828* (HUAP); 1 km al oeste del entronque a La Marcela, *L. J. García 1843* (HUAP); 10 km La Peña - El Aserradero, *L. J. García 1838* (HUAP); 8 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3766* (HUAP); 4 km al sur de La Marcela, *L. J. García 3784* (HUAP); Llano del Milagro, a 8 km al N de Valle Hermoso, *F. González Medrano 8702* (MEXU). Municipio Tula, a 4 km al O del Capulín y a 25 km al N de Tula, *F. González Medrano 13240* (MEXU). Sin municipio, 17 km al NE de La Peña, *F. González Medrano 7045* (MEXU); Joya de Gómez 25 km al NE de La Peña, *F. González Medrano 7072* (MEXU); 8 km al N de La Perdida, lomeríos orientados al E, *F. González Medrano 8592* (MEXU), *8595* (MEXU); 15 km al N de La Perdida, *F. González Medrano 8761* (MEXU), *8768* (MEXU).

29. ***Quercus rysophylla*** Weath., Proc. Amer. Acad. Arts 45(17): 423. 1910. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, Sierra Madre above Monterrey, 12.III.1906, *C. G. Pringle 10225* (lectotipo GH, isolectotipos: ENCB!, US!). Fig. 8A-D.

Árboles (8-)10-20(-25) m de alto; ramillas 2-5 mm de diámetro, glabras, lenticelas poco conspicuas; yemas cónicas u ovoides, (3-)5-2.4 mm; hojas maduras con peciolos 2-6 mm de largo; láminas coriáceas, elípticas, lanceoladas, rara vez obovadas, 8-17(-19) × 3-7(-9) cm; base subcordada; margen plano a ampliamente crispado, ligeramente revoluto, entero u ocasionalmente con 3-4 dientes cortos aristados a cada lado de la hoja y hacia el ápice; ápice agudo o acuminado y aristado; venas secundarias 10-15(17) a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas; haz lustroso, glabro, con venas secundarias y venillas fuertemente impresas que dan una apariencia marcadamente rugosa; envés lustroso con algunos tricomas fasciculados estipitados a lo largo de la vena media y en las axilas de las venas secundarias, venas secundarias elevadas, epidermis papilosa; frutos de maduración bianual, solitarios o en grupos 2-3, subsésiles sobre un pedúnculo de hasta 2 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 9-12 × 8-9 mm; bellotas ovoides, 14-20 × 8-10 mm, incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus rysophylla* crece en bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña, entre 350 y 2000 m de altitud, asociado a *Platanus* sp., *Pinus* sp., *Liquidambar styraciflua, Podocarpus reichei.* Se encuentran en sustrato calizo e ígneo. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en octubre. Se conoce de Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Esta especie se caracteriza por tener láminas coriáceas, lustrosas y fuertemente rugosas en el haz; en el envés las venas y venillas son conspicuamente elevadas.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Aldama, Santa María, *H. Puig 2830* (MEXU). Municipio Casas, Santa María de Los Nogales, *A. Rendón 42734* (INEGI). Municipio Gómez Farías, Gómez Farías, *M. Castañeda 2751* (MEXU); alrededores de rancho El Cielo, *I. García 113* (INEGI, MEXU); rancho El Cielo a 11 km de Gómez Farías, *F. González Medrano 7408* (MEXU), *7415* (MEXU), *7425* (MEXU), *7450* (MEXU); El Paraíso, a 7 km al O de rancho El Cielo, *F. González Medrano 7484* (MEXU); rancho El Cielo, arriba de Gómez Farías, *A. Gómez 2028* (MEXU); Julio Gómez Farías (Cerro del Tigre), *L. Vela 1782* (INIF). Municipio Hidalgo, El Mirador a 44 km al O del Carmen, *F. González Medrano 17321* (MEXU). Municipio Jaumave, La Reja, *M. Castañeda 2753* (MEXU). Municipio Ocampo, Emperadores Azteca (huerta La Aventureña), *O. Rodríguez 44262* (INEGI). Municipio San Carlos, Entre San José y la Mina de la Begonia, *F. González Medrano 2884* (MEXU). Municipio Victoria, El Encinal a 40 km al SO de Ciudad Victoria, *F. González Medrano 3415* (MEXU); Cañón del Novillo a lo largo del arroyo, a 30 km al O de Ciudad Victoria, *F. González Medrano 14541* (MEXU); Puerto de Arrazolo, *A. Rendón 41386* (INEGI). Sin Municipio, a 2 km al S de San José, Sierra San Carlos, *O. Briones 1268* (MEXU); a 3 km al S de San Miguel en la desviación a Santa María de Los Nogales, *F. González Medrano 7174* (INIF, MEXU), *7234* (INIF, MEXU); puerto El Encinal a 6 km al S de La Escondida, *F. González Medrano 14693* (MEXU), *14702* (MEXU).

30. ***Quercus saltillensis*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 183, pl. 368-369. 1924. TIPO: MÉXICO. Coahuila, a 64 km al Sur de Saltillo, 1880, *E. Palmer 1277* (holotipo: GH, isotipo: US!). Fig. 8E-H.

= *Quercus carnerosana* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 183, pl. 369. 1924. TIPO: MÉXICO. Coahuila, Carneros Pass, *Pringle 2802* (holotipo: A!).
= *Q. tenuiloba* f. *gracilis* C.H. Mull., J. Arnold Arbor. 17: 178. 1936. TIPO: MÉXICO. Nuevo Leon, municipio Villa Santiago, Cañón Marisio Arriba, above Las Adjuntas, *C. H. Muller 2048* (holotipo: A, isotipo: MO!). ≡ *Q. sierramadrensis* C.H. Mull., Amer. Midl. Naturalist 27(2): 478-479. 1942.

Árboles 2-12 m de alto; ramillas 1-2.5 mm de diámetro, puberulentas a glabrescentes, conservando un fino tomento canescente, lenticelas poco conspicuas; yemas ovoides o cónicas, 1.5-2.5 × 1-1.8 mm; hojas maduras con peciolos 2.5-5(-9) mm de largo, glabros o con el mismo indumento que las ramillas; láminas semicoriáceas, elípticas, lanceoladas, oblongas rara vez oblanceoladas, 2-5.2 × 1-1.7 cm; base subcordada; margen ligeramente revoluto o no, entero o con 1-2 dientes hacia el ápice; ápice agudo o rara vez redondeado, aristado; venas secundarias (4-)5-12 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, ramificándose y anastomosándose antes del margen, las relacionadas con los dientes pasando enteras a este y continuándose hasta la arista; haz lustroso, glabro o con algunos tricomas estrellados en la vena media, venas secundarias no impresas y poco notorias; envés lustroso, glabrescente, con tricomas estrellados a lo largo de la vena media y con algunos tricomas estrellados laxamente distribuidos sobre la superficie, venas secundarias elevadas; epidermis lisa; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, casi sésiles o sobre un pedúnculo 2-4 mm de largo; cúpula hemisférica, 6-7 × 8-10 mm; bellotas ovoides, 9-13 × 6-7 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus saltillensis* crece en bosque de encino, bosque de pino, matorral xerófilo y bosque de pino-encino, a 2200 m de altitud, asociado a *Quercus laeta, Q. greggii, Juniperus flaccida* Schltd. y *Pinus pinceana* Gordon & Glend. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en septiembre. Se conoce de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas.

Esta especie se caracteriza por tener láminas semicoriáceas, elípticas, lanceoladas u oblongas 2-5.2 × 1-1.7 cm y el margen entero o con 1-2 dientes hacia el ápice.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, El Aserradero, *J. L. García 1849* (HUAP); Llano del Milagro, a 8 km al N de Valle Hermoso, *F. González Medrano 8699* (MEXU).

31. ***Quercus sartorii*** Liebm., Overs. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Forh. Medlemmers Arbeider. 177. 1854. TIPO: MÉXICO. Veracruz, Totutla, 4000 ft., 1.VIII.1841, *Liebmann 3554* (isolectotipo: C!). Fig. 8I-J.

= *Quercus sartorii* f. *magna* Trel., Mem. Natl., Acad. Sci. 20: 189. 1924. TIPO: MÉXICO. Veracruz, San Bartolomé, *Liebmann 12* (sintipo: NY!), *3552* (sintipo: NY!).

Árboles 8-15 m de alto; ramillas 1.7-2.3 mm de diámetro, glabras o ligeramente puberulentas y ligeramente pardo-rojizas, lenticelas inconspicuas; yemas cónicas u ovoides, 2.7-4.4 × 1.7-2.4 mm; hojas maduras con peciolos 13-22 mm de largo, glabros o con escasos tricomas estrellados; láminas subcoriáceas, elípticas, ovadas o lanceoladas 9-12 × 3-4.3 cm; base redondeada o truncada; margen plano o irregularmente crispado, con 6-8 dientes cortos y aristados, a veces marcados solo por la arista, distribuidos por arriba de la base; ápice agudo y aristado ocasionalmente apiculado; venas secundarias (7)9-11 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, llegando enteras hasta el diente y continuándose hasta la arista, ocasionalmente ramificándose antes del margen; haz ligeramente lustroso, glabro, o conservando escasos tricomas estrellados hacia la base; envés glabro, o con mechones de tricomas estipitados en las axilas de las venas secundarias; epidermis papilosa, vena primaria, secundarias y venillas prominentes y algo amarillentas; frutos de maduración anual, solitarios o más frecuentemente en pares, sobre un pedúnculo 4-12 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 8-10 × 7-8 mm; bellotas ovoides, glabras, 11.5-13 × 7-10 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus sartorii* crece en el bosque mesófilo de montaña, bosque de encino (húmedos) y bosque de pino-encino, entre 1000 y 1800 m de altitud. Se encuentra en suelos profundos. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica de septiembre a noviembre. Se conoce de Hidalgo, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Quercus sartorii puede confundirse con *Q. xalapensis* y *Q. paxtalensis*. Sin embargo, se distingue de *Q. xalapensis* porque ésta presenta hojas más anchas, dientes de la hoja pronunciados y frutos que maduran en dos años. De *Q. paxtalensis* se distingue porque ésta tiene la lámina lustrosa, la copa de la bellota turbinada y los dientes en el margen de la hoja pronunciados, mientras que las hojas de *Q. sartorii* son angostas, opacas o escasamente lustrosas, los frutos maduran en un año, la copa de la bellota es hemisférica y los dientes escasamente marcados en el margen de la hoja.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Gómez Farías, km 3 La Gloria - El Elefante, *J. L. García 3525* (HUAP); puerto cerca de 1 km al norte de Joya de Manantiales, *J. L. García 3536* (HUAP). Municipio Jaumave, 2-3 km al noroeste de Montecarlo, norte de la Reserva de la Biósfera "El Cielo", *J. L. García 2898* (HUAP); 2-4 km al noroeste de Montecarlo, rumbo a San Ramón, *J. L. García 2900* (HUAP). Municipio Victoria, ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *J. L. García 1267* (HUAP). Sin municipio, 13 km E of Tula along road to Ocampo, *D. E. Breedlove 6364* (MEXU); along Company road from intersection towards Joya de Salas, on Sierra de Cucharas, *E. Hernández Xolocotzi et al. 5828* (MEXU).

32. ***Quercus sebifera*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 93, pl. 149. 1924. TIPO: MÉXICO. Chiapas, Comitán, 1620 m, 6.VI.1906, *O. F. Cook 79* (holotipo: US!). Fig. 8K-M.

= *Quercus ceripes* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 93, pl. 150. 1924. TIPO: MÉXICO. Puebla, near Tehuacan, cerro de Paxtla, *H. Schenck 239* (holotipo: B, lectotipo: ILL!).

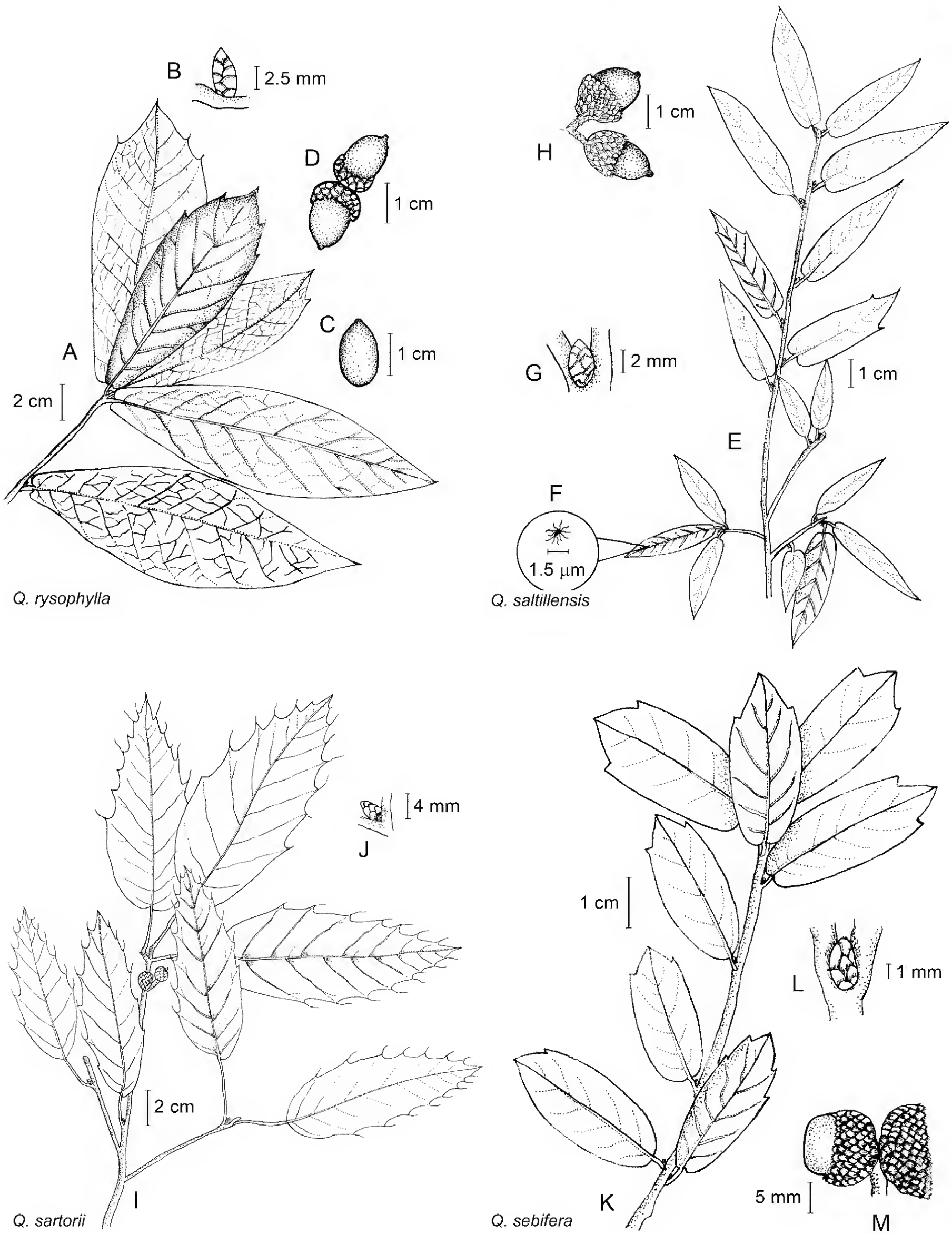


Figura 8: *Quercus rysophylla* Weath. A. ramilla con hojas; B. yema axilar; C. bellota; D. frutos. *Q. saltillensis* Trel. E. ramillas con hojas; F. tricoma estrellado del envés de las hojas; G. yema axilar; H. frutos. *Q. sartorii* Liebm. I. ramilla con hojas y frutos inmaduros; J. yema axilar. *Quercus sebifera* Trel. K. ramilla con hojas; L. yema axilar; M. fruto y copa.

= *Quercus schenckiana* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 93, pl. 150. 1924. TIPO: MÉXICO. Puebla, near San Luis, Sierra de Mixteca, *H. Schenck 238* (holotipo: B, lectotipo: ILL!).

Arbustos rizomatosos 0.6-1 m o pequeños árboles hasta 1.5 m de alto; ramillas 1.5-3.5 mm de diámetro, glabras, con lenticelas poco conspicuas; yemas globosas, 1-3 × 0.5-2 mm; hojas maduras con peciolos 2.5-4 mm de largo; láminas coriáceas, obovadas, oblanceoladas a elípticas 2-6 × 1-2.6 cm; base subcordada u obtusa; margen ligeramente revoluto o solo engrosado, con 1-2(-3) dientes cortos mucronados, a cada lado de la hoja y distribuidos hacia el ápice; ápice obtuso o mucronado; venas secundarias 4-7 a cada lado de la vena media, ascendentes y ligeramente curvadas, ramificándose y anastomosándose antes de llegar al margen; haz glauco, glabro con venas secundarias poco notorias; envés opaco, glauco y ceroso, glabro, con venas secundarias elevadas; epidermis papilosa; frutos de maduración anual, solitarios o en pares sobre un pedúnculo 5 mm de largo; cúpulas hemisféricas 7-8(-9) × 12-14(-15) mm; bellotas semiglobosas a ovoides 10-12 × 9-12 mm; incluidas 1/4 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus sebifera* crece en el bosque de encino, bosque de encino-pino, matorral xerófilo y chaparral, entre 1100 y 2000 m de altitud. Se encuentran en suelos arcillosos y derivado de calizas. En Tamaulipas se desconoce la época de floración para esta especie, fructifica en septiembre. Se conoce de Chiapas, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Esta especie puede distinguirse fácilmente por su hábito generalmente arbustivo y por sus hojas obovadas, oblanceoladas o elípticas, con 1 a 2 dientes hacia el ápice, glauco en el haz y el envés ceroso o ligeramente ceroso.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Casas, cerro El Picacho, a 6 km al S de rancho La Saga, 10.III.1969, *F. González Medrano s.n.* (MEXU); cerro El Picacho, *H. Puig 4119* (INIF). Municipio Jaumave, a 7 km al S de Carabanchel en el camino a Joya de Salas, *F. González Medrano 3712* (MEXU). Municipio Victoria, entronque a la Estación de Microondas Las Mulas, carretera Altas Cumbres - Jaumave, *J. L. García 799* (HUAP); 1 km al norte del entronque al ejido La Asunción, Cañón de La Peregrina, *J. L. García 1681* (HUAP); 2 km al norte de La Mina El Talco, Cañón del Novillo, *J. L. García 2194* (HUAP); 2 km al sur del rancho El Molino, Cañón de La Peregrina, *J. L. García 3850* (HUAP).

33. ***Quercus sideroxyla*** Bonpl., Pl. Aequinoct. 2: 39, pl. 85. 1809. TIPO: MÉXICO. Guanajuato, Villalpando, *A. Bonpland 4219.* (lectotipo: P!). Fig. 9A-B.

Árboles 4-18 m de alto; ramillas 2-5 mm de diámetro, puberulentas, con lenticelas no evidentes; yemas ovoides, 2-6 × 1.5-3 mm; hojas maduras con peciolos 5-8 mm de largo, puberulentos; láminas coriáceas, oblanceoladas, obovadas, oblongas 3.8-9 × 1.2-3.7 cm; base subcordada a redondeada; margen ligeramente revoluto, con 2-6 dientes cortamente aristados a cada lado de la hoja, distribuidos hacia el ápice; ápice redondo a obtuso, aristado; venas secundarias 5-9 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas o ligeramente curvadas, llegando enteras al diente y prolongándose hasta la arista; haz rugoso, glauco, glabro, o conservando escasos tricomas estrellados hacia la vecindad de la vena media, venas secundarias y venillas, venas y venillas impresas; envés blanco a amarillo-tomentoso con tricomas fasciculados sésiles cubriendo totalmente la epidermis papilosa, venas y venillas elevadas y algo pardas a amarillentas; amentos masculinos 4-6 × 2-3 mm, raquis pubescente; flores distribuidas laxamente, sésiles; perianto estrellado, lóbulos con tricomas en el margen; estambres 5-6, exertos, anteras glabras; frutos de maduración anual, agrupados en pares, sobre un pedúnculo 1-5 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 7-10 × 12-17 mm; bellotas ovoides, 10-15 × 8-12 mm; incluidas 1/2 a 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus sideroxyla* crece en bosque de encino-pino y bosque de pino entre los 1650 y 2700 m de altitud, asociado a *Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham., *P. ayacahuite* C. Ehrenb. ex Schltdl., *Quercus* sp., *Alnus* sp. y *Arbutus* sp. En Tamaulipas florece en mayo, fructifica de julio a octubre. Se conoce de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.

Quercus sideroxyla se distingue fácilmente del resto de las especies de Tamaulipas por sus hojas con el haz rugoso y glauco y el envés blanco a amarillo-tomentoso.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Güemez, Rancho Nuevo zona de aserradero, *F. González Medrano 14071* (MEXU). Municipio Hidalgo, Los Caballos, *G. B. Hinton 24670* (MEXU, MO); *G. B. Hinton et al. 24695* (MO), *24860* (MO).

34. ***Quercus striatula*** Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 93, pl. 151, 152. 1924. TIPO: MÉXICO. Durango, Sierra de la Candela, 27.VIII.1903, *Endlich s.n.* (holotipo: B). Fig. 9C-F.

Arbustos hasta 1 m de alto; ramillas canescente-tomentosas, 2-5(-7) mm de diámetro, lenticelas no evidentes; yemas globosas a ovoides, (0.5-)1-2 × (-0.5)1-1.2 mm; hojas maduras con peciolos 1-3 mm, con el mismo tomento que las ramillas; láminas semicoriáceas, elípticas u ovadas, 0.5-2 × 0.3-0.7 cm, apretadamente dispuestas en las ramillas; base redondeada a cordada; margen plano, entero u ondulado rara vez con 1-2 dientes a cada lado de la hoja y distribuidos hacia el ápice; ápice redondeado a mucronado; venas secundarias 6-8 a cada lado de la vena media; haz opaco, glauco y glabrescente, con tricomas fasciculados sésiles, uniformemente esparcidos en toda la superficie; envés más pálido que el haz, pubescente, con tricomas fasciculados sésiles ligeramente aracnoides, blanquecinos que ocultan la epidermis papilosa; frutos de maduración anual, solitarios o en pares, sésiles o sobre un pedúnculo de hasta 15 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 5-7(-8) × 5-11(-12) mm; bellotas ovoidales, 8-12(-16) × 8-9(-11) mm; incluidas 1/2 de su longitud total en las cúpulas.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus striatula* crece en bosque de encino, bosque de pino, bosque de pino-encino y matorral xerófilo, entre 1550 y 2700 m de altitud, asociado a *Nolina* sp. y *Dasylirion* sp. Habita en suelos someros derivados de calizas. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica de agosto a septiembre. Se conoce de Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas.

Esta especie puede confundirse con *Quercus microphylla*; sin embargo, sus hojas presentan menores dimensiones, una consistencia más delgada respecto a *Q. microphylla*, y el margen de la hoja es plano y no revoluto como en *Q. microphylla*.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Miquihuana, km 10 La Peña - El Aserradero, *J. L. García 1839* (HUAP); Joya de Gómez, a 25 km al NE de La peña, *F. González Medrano 7094* (MEXU); Llano del Milagro, 8 km al N de Valle Hermoso, *F. González Medrano 8696* (MEXU). Sin municipio, a 3 km al S de La Joya de Herrera, cerro El Picudo, ladera orientada al O, *F. González Medrano 9168* (MEXU).

35. ***Quercus tinkhamii*** C.H. Mull., Amer. Midl. Naturalist 27: 481. 1942. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, near Doctor Arroyo, *F. Shreve & E. R. Tinkham 9686* (holotipo: GH!). Fig. 9G-J.

Arbustos 1.5-3 m de alto; ramillas 1-3(-5) mm de diámetro, laxamente cubiertas por tricomas estrellado-crispado, con lenticelas inconspicuas; yemas ovoides o globosas, 2-3.5 × 1.5-2.5 mm; hojas maduras con peciolos 2.5-7 mm de largo, puberulentos; láminas coriáceas a semicoriáceas, oblongas a elípticas (2-)2.7-5 × 1-2.3 cm; base subcordada

u obtusa; margen ligeramente engrosado, no revoluto, dentado con (2-)3-6 dientes cortos y notoriamente mucronados, distribuidos por arriba de la mitad de la hoja o hacia el ápice; ápice obtuso y mucronado; venas secundarias 6-10 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, prolongándose hasta el diente y continúandose hasta el mucrón, las basales se ramifican y anastomosan antes de llegar al margen; haz ligeramente lustroso, liso, glabro o con algunos tricomas estrellados hacia la base de la hoja y concentrados hacia la vena media, venas secundarias ligeramente impresas a lisas; envés glabrescente a pubescente con tricomas estrellados no adpresos, distribuidos laxamente sobre la superficie que dejan ver la epidermis papilosa, venas secundarias ligeramente elevadas; frutos de maduración anual solitarios, o en grupos 2-3, sésiles, subsésiles o sobre un pedúnculo 2-5 mm de largo, cúpula hemisférica, 7-9 × 9-10 mm; bellotas ovoides, (11-)12-15 × 7-9 mm; incluidas 1/3 a 1/4 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus tinkhamii* crece en bosque de encino-pino y matorral xerófilo, a 1400 m de altitud, asociado a *Helietta* sp. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en septiembre. Se conoce de Chihuahua, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas.

Esta especie puede llegar a confundirse con la también arbustiva *Quercus sebifera.* Sin embargo, sus láminas oblongas rara vez elípticas, venas secundarias 6-10 a cada lado de la vena media y envés de las hojas con tricomas estrellados distribuidos laxamente dejando ver la epidermis la distinguen de *Q. sebifera* que presenta láminas obovadas, oblanceoladas a elípticas con venas secundarias 4 a 7 a cada lado de la vena media y el envés de las hojas glabro, glauco y ceroso. También puede confundirse con *Q. vaseyana* Buckley, ver caracteres distinguibles bajo esta última.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Palmillas, a 12 km al O de Palmillas, *C. Zermeño 703* (INEGI).

36. ***Quercus vaseyana*** Buckley, Bull. Torrey Bot. Club 10(8): 91. 1883. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Texas, Pecos River, W. Texas, 1875, *Buckley s.n.* (lectotipo: NY!, isolectotipo: MO!). Fig. 9K-N.

≡ *Quercus undulata* var. *vaseyana* (Buckley) Rydb., Bull. New York Bot. Gard. 2(6): 218. 1901. ≡ *Quercus pungens* var. *vaseyana* (Buckley) C.H. Mull., Contr. Texas Res. Found., Bot, Stud. 1: 70. 1951. ≡ *Q. undulata* var. *vaseyana* (Buckley) C.H. Mull. Amer. Midl Naturalist 18: 846. 1937. ≡ *Quercus pungens* subsp. *vaseyana* (Buckley) A. E. Murray, Kalmia 13: 26. 1983.
= *Q. sillae* Trel., Mem. Natl. Acad. Sci. 20: 102, pl. 171. 1924. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, municipio Monterrey, La Silla, *C. G. Pringle 11332* (holotipo: US, isotipos: A!, US!).

Árboles 6-10 m de alto o arbustos; ramillas 1-4.5 mm de diámetro, pardas o pardo-rojizas, tomentosas, con lenticelas inconspicuas; yemas globosas u ovoides, 1-2 × 1-1.5 mm; hojas maduras con peciolos (2-)3-5 mm de largo, puberulentos; láminas coriáceas, lanceoladas u oblongas, 3.5-7(-9) × 0.8-2(-3) cm; base obtusa a cuneada; margen plano, ligeramente engrosado, dentado con 3-6 dientes cortos y evidentemente mucronados a cada lado de la hoja, distribuidos por arriba de la base; ápice obtuso o agudo y mucronado; venas secundarias 5-8 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas a ligeramente curvadas; haz lustroso, glabro o con algunos tricomas estrellados hacia la base de la vena media, venas secundarias impresas y algo amarillentas; envés opaco, con tricomas estrellados adpresos, distribuidos uniformemente dejando ver la epidermis papilosa, venas secundarias ligeramente elevadas; frutos solitarios o agrupados en pares sobre un pedúnculo corto 2-3 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 7-9 × 8-14 mm; bellotas globosas, ca. 12 × 12 mm; incluidas 1/3 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus vaseyana* crece en bosque tropical subcaducifolio, en-

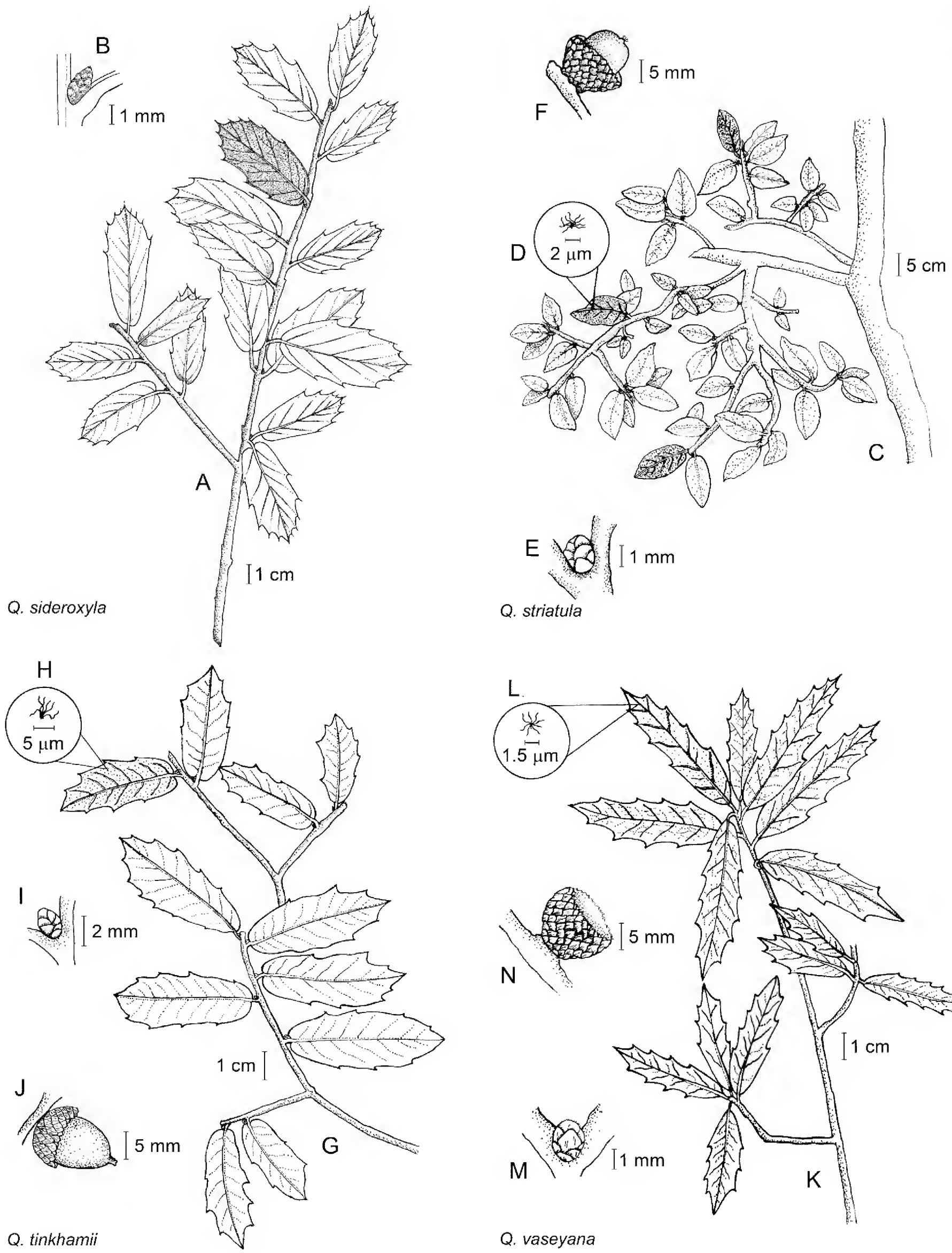


Figura 9: *Q. sideroxyla* Liebm. A. ramilla con hojas; B. yema axilar. *Q. striatula* Trel. C. ramilla con hojas; D. tricoma fasciculado del envés de las hojas; E. yema axilar; F. fruto. *Q. tinkhamii* C.H. Mull. G. ramilla con hojas; H. tricoma fasciculado del envés de las hojas; I. yema axilar; J. fruto. *Q. vaseyana* Buckley K. ramilla con hojas; L. tricoma estrellado del envés de las hojas; M. yema axilar; N. copa del fruto.

tre 350 y 800 m de altitud. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en agosto. Se conoce de Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas; también se distribuye en Estados Unidos de América.

Esta especie se puede confundir con *Quercus tinkhamii* por la forma de las hojas, pero difiere por su hábito generalmente arbóreo, las hojas 3-7 o hasta 9 cm de largo, con dientes por arriba de la base y tricomas estrellados adpresos en el envés de las hojas. *Quercus tinkhamii* a diferencia generalmente es arbustivo y tiene hojas 2-5 mm de largo, con dientes distribuidos en la mitad distal o hacia el ápice y el envés de las hojas tiene tricomas estrellados no adpresos.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Aldama, Sierra de Tamaulipas, región de rancho Las Yucas, ca. 40 km NE de Aldama, *L. Dressler 2377* (MEXU). Municipio Mainero, al N de Villa Mainero, *C. H. Muller 2431* (MEXU). Municipio Soto La Marina, km 78, carretera Cd. Victoria - Soto La Marina, 14.XI.1977, *F. Takaki s.n.* (INEGI). Municipio Victoria, 5 km oeste del ejido La Libertad, Cañón de La Peregrina, *J. L. García 1123* (HUAP); 1 km al suroeste del rancho La Reja, oeste de Ciudad Victoria, *J. L. García 1579* (HUAP); 4 km al oeste del ejido La Libertad, Cañón de La Peregrina, *J. L. García 1690* (HUAP); km 7 Cañón de La Peregrina, *J. L. García 3821* (HUAP). Sin municipio, rancho Los Alacranes, 20 km de Casas, *F. González Medrano 1806* (HUAP); a 8 km al S de San Carlos, *F. González Medrano 2064* (MEXU).

37. ***Quercus xalapensis*** Bonpl., Pl. Aequinoct. 2: 24, pl. 75. 1809. TIPO: MÉXICO. Veracruz, municipio Jalapa, Jalapa, 1320 m, *A. Bonpland 4467* (holotipo: P!). Fig. 10A-C.

Árboles 3-20(-25) m de alto; ramillas 1-2 mm de diámetro, glabras o con escasos tricomas estrellados, con lenticelas poco evidentes; yemas ovoides o cónicas, 3-6 × 2-3 mm; hojas maduras con peciolos 11-40 mm de largo, glabros o con escasos tricomas estrellados; láminas subcoriáceas, ovadas, lanceoladas, rara vez elípticas u oblongas, 7.1-16 × 2.6-6.1 cm; base redondeada a obtusa a veces truncada o subcordada; margen plano con 5-10 dientes cortos y aristados a cada lado de la hoja, distribuidos por arriba de la base; ápice agudo o acuminado y aristado; venas secundarias 6-11 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, pasando directamente al diente y continúandose hasta la arista; haz lustroso, glabro o en ocasiones conservando algunos tricomas estrellados sobre la base de la vena media o hacia la base de la hoja; envés menos lustroso que el haz, glabro, con algunos tricomas fasciculados cortamente estipitados en las axilas de las venas secundarias y algunos tricomas estrellados hacia la base de la hoja; epidermis ligeramente papilosa; frutos de maduración bianual, solitarios o agrupados en pares, subsésiles sobre un pedúnculo de hasta 3 mm de largo; cúpulas hemisféricas, 10-13 × 13-19 mm; bellotas ovoides, 10-15 × 11-14 mm; incluidas 1/2 de su longitud total en la cúpula.

Hábitat, fenología y distribución geográfica: *Quercus xalapensis* crece en bosque de encino, bosque de *Abies* y bosque mesófilo de montaña, entre 1070-2000 m de altitud, asociado a orquídeas epífitas, bromelias, *Carya ovata*, *Persea podadenia* S.F. Blake, *Q. muehlenbergii, Q. polymorpha* y *Pinus pseudostrobus*. Se encuentra en suelos someros y derivados de arenisca con un pH ácido. En Tamaulipas se desconoce la época de floración de esta especie, fructifica en septiembre. Se conoce de Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz.

Esta especie puede confundirse con *Q. paxtalensis* C.H. Mull., debido a que ambas presentan hojas lanceoladas, glabras y margen dentado aristado, pero existen caracteres que pueden diferenciarlas tal como se presenta bajo la discusión de *Q. paxtalensis*.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tamaulipas, municipio Gómez Farías, a 8 km NO ejido San José Reserva de la Biosfera "El Cielo", *I. García 83* (INEGI);

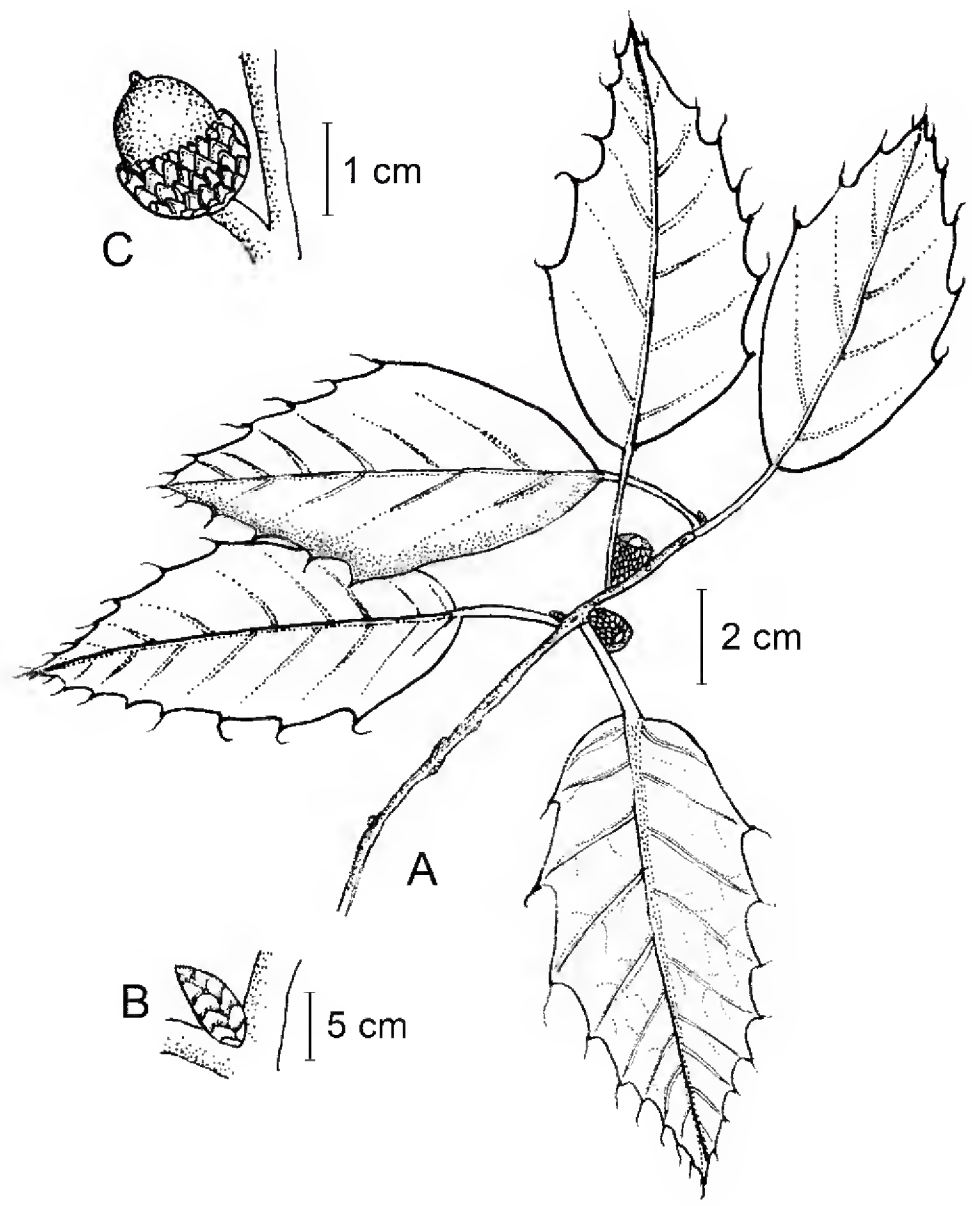


Figura 10: *Quercus xalapensis* Bonpl. A. ramilla con hojas y frutos inmaduros; B. yema axilar; C. fruto.

El Elefante, *J. L. García 3526* (HUAP), *3528* (HUAP); rancho "Sierra El Julio" orientado al E, *F. González Medrano 7380* (MEXU); rancho El Cielo a 11 km de Gómez Farías, *F. González Medrano 7446* (MEXU); El Paraíso (a 7 km al O de rancho El Cielo), *F. González Medrano 7453* (MEXU), estación Biológica (Canindo), 13.VI.1994, *F. Ordaz s.n.* (INEGI); Alta Cima, *A. Rendón 43251* (INEGI). Municipio Güemez, Los San Pedros, *M. Gómez 39991* (INEGI). Municipio Hidalgo, a 3 km al E de Puerto Purificación, porción N del área quemada de bosque de pino y encino, *F. González Medrano 17363* (MEXU); Los Caballos, rancho Las Flores, *J. Hinton 24818* (MO), *24904* (MEXU, MO); La Caballada, *J. Hinton 25205* (MO), *25206* (MO), *25271* (MO). Municipio Jaumave, Paso Real de Guerrero, *M. Gómez 42893* (INEGI); Charcos (El Atravesaño), *M. Gómez 43246* (INEGI). Municipio Miquihuana, cerro Bufa El Diente, Sierra San Carlos, *O. Briones 1792* (MEXU). Municipio Ocampo, 13 km E of Tula along road to Ocampo, *D. E. Breedlove 63627* (MO), *63628* (MO); Alamar del Platanito, *M. Gómez 43418* (INEGI). Municipio San Carlos, Sierra de San Carlos, rancho el Diente, *J. A. Encina 1735* (FCME). Municipio Tula, a 5 km NE de los Acahuales, *A. Macías 49* (FCME, INEGI); Aquiles Serdán (La Mesa Fría), *O. Rodríguez 43245* (INEGI); El Refugio (Loma de Los Panaderos), *O. Rodríguez 43587* (INEGI); Aniceto Medrano (El Huasteco), *O. Rodríguez 43757* (INEGI); carretera Torres (potrero El Peñón), *O. Rodríguez 44094* (INEGI) Cristóbal Colón (El Zapatero), *O. Rodríguez 43925* (INEGI), *44260* (INEGI); Emperadores Azteca (El Palmitonal), *O. Rodríguez 44261* (INEGI); Gallos Grandes (Sierra El Zacate), *O. Rodríguez 44590* (INEGI). Sin Municipio, a 13 km E de Tula, *D. Breedlove 63627* (MEXU); La Escondida, km 34 al SO de Ciudad Victoria, *F. González Medrano 12863* (MEXU); Sierra de Tamaulipas, *F. Patterson 7329* (MEXU).

Conclusiones

En Tamaulipas se encontraron 37 especies del género *Quercus*, 17 corresponden a la sección *Quercus* (encinos blancos) y 20 pertenecen a la sección *Lobatae* (encinos rojos); este número representa 23.1% del total de las aproximadamente 161 especies que Valencia-A. (2004) propone para México.

En este estudio se confirma la presencia de cuatro especies que no se habían mencionado para el estado: *Q. durifolia, Q. invaginata, Q. paxtalensis* y *Q. potosina.* Otras especies como *Q. clivicola* Trel. & C.H. Mull., *Q. cordifolia, Q. crassipes* Bonpl., *Q. cupreata* Trel & C.H. Mull., *Q. depressa* Bonpl., *Q. frutex* Trel., *Q. furfuracea* Liebm., *Q. graciliramis* C.H. Mull., *Q. lancifolia* Schltd. & Cham., *Q. laurina* Bonpl., *Q. obtusata* Bonpl., *Q. opaca* Trel., *Q. repanda* Bonpl., *Q. runcinatifolia* Trel. & C.H. Mull., *Q. rugosa* Née, *Q. sapotiifolia* Liebm., *Q. sinuata* Walter, *Q. skinneri* Benth. y *Q. tenuiloba* Benth. han sido citadas en la literatura para Tamaulipas (Banda, 1974; Nixon, 1993; Zavala, 1998; Valencia-A. 2004; Soto,

2007; Sabás, 2011; García et al., 2014); sin embargo, en este trabajo fueron excluidas porque no se encontraron ejemplares de respaldo en los herbarios consultados.

La cita de estas especies en Tamaulipas probablemente es el resultado de su reconocimiento en el campo sin que haya habido recolectas de respaldo para depositar en los herbarios. También puede ser el resultado de identificaciones incorrectas debido a la confusión entre especies con gran parecido morfológico; tal es el caso de *Quercus laurina* que puede confundirse con *Q. affinis*. Sin embargo, la primera no se distribuye en el noreste de México, lo mismo sucede con *Q. cordifolia*, *Q. crassipes*, *Q. depressa, Q. frutex*, *Q. furfuracea* y *Q. opaca* que pueden ser confundidas con *Q. striatula*, *Q. mexicana*, *Q. galeanensis, Q. microphylla, Q. sartorii* y *Q. porphyrogenita* respectivamente y que sí fueron encontradas en Tamaulipas.

El caso de *Quercus skinneri* es similar: esta especie pertenece al grupo *Acutifoliae* con frutos de maduración bianual y difíciles de delimitar en estado vegetativo. *Quercus skinneri* solo se encuentra en el sureste de México y en América Central. En Tamaulipas están presentes *Q. paxtalensis*, *Q. sartorii* y *Q. xalapensis* del grupo *Acutifoliae* y con alguna de éstas especies pudo ser confundida.

Otras especies citadas para Tamaulipas como *Quercus clivicola*, *Q. cupreata*, *Q. graciliramis* y *Q. runcinatifolia* requieren atención taxonómica con énfasis en trabajo de campo que permita reconocer sus características diagnósticas. Con lo que actualmente se conoce para estas especies, no se encontró material en los herbarios revisados que pudiera identificarse como alguna de ellas.

Quercus lancifolia, Q. repanda, Q. obtusata, Q. sapotifolia, Q. sinuata y *Q. tenuiloba* se reconocen fácilmente, pero no fueron encontradas en Tamaulipas.

Las 37 especies de encinos encontradas en Tamaulipas ubican a este estado como el quinto más rico en México, después de Oaxaca con 50 especies (Valencia & Nixon, 2011), Puebla en donde se han citado 49 (Rodríguez et al., 2014), San Luis Potosí de donde se conocen 45 (Sabas, 2011), Jalisco también con 45 (González-Villarreal, 1986; 2003a,b) y muy cercana a la encontrada para el vecino estado de Nuevo León, de donde Banda (1974) citó la presencia 31 especies.

Las especies con mayor distribución en Tamaulipas son *Quercus canbyi*, *Q. laeta* y *Q. polymorpha*, mientras que de las que solo se encontraron uno o dos ejemplares en un solo municipio son *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q.* aff. *hintoniorum, Q. hypoxantha, Q. invaginata, Q. potosina, Q. saltillensis* y *Q. tinkhamii*. Altitudinalmente las especies de *Quercus* en Tamaulipas se distribuyen entre los 330 y 3050 m, aunque para *Q. oleoides* hay un ejemplar que se colectó a 15 m. Los encinos blancos que presentan mayores intervalos altitudinales son *Q. pringlei, Q. polymorpha, Q. germana* y *Q. laeta*. En contraste *Q. fusiformis* presentó el menor intervalo altitudinal. Valencia-A. (2004) citó que éste es uno de los encinos blancos con intervalos altitudinales más restringidos. Por su parte, *Q. potosina* y *Q. tinkhamii* tienen solo un punto altitudinal debido a la escasa colecta, por lo que cuando se tengan más ejemplares de estas especies, seguramente dicho dato se modificará. Los encinos rojos con mayores intervalos son *Q. canbyi*, que crece de 700 a 2000 m, seguidas de *Q. rysophylla* y *Q. eduardi*.

Los encinos de Tamaulipas forman parte del bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo y chaparral. En el bosque de pino-encino se encontró el mayor número de especies, seguido del bosque de encino, mientras que en el chaparral se presenta la menor diversidad de especies del género *Quercus* con tan solo tres especies: *Q. invaginata, Q pringlei* y *Q. sebifera.* Las especies con mayor distribución por tipos de vegetación son *Q. emoryi*, *Q. greggii*, *Q. polymorpha, Q. saltillensis* y *Q. striatula*.

El municipio con mayor diversidad de encinos es Miquihuana con 17 especies, seguido de Jaumave con 15 y Victoria con 13, mientras que solo se encontró una especie en los de Cruilla, González, Nuevo Morelos y Tampico. Los municipios con la mayor diversidad de especies de encinos están ubicados al Sur de Tamaulipas, en la

Sierra Madre Oriental y parte de la Llanura Costera del Golfo. La Sierra reúne condiciones topográficas, climáticas y biológicas únicas, predominando el clima tropical y templado, estas condiciones favorecen la existencia de comunidades vegetales como los bosques de encino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña y matorral xerófilo, en donde diferentes especies de *Quercus* pueden estar formando parte de estas comunidades. También se debe enfatizar que gran cantidad de superficie del estado, particularmente en la zona fronteriza y hacia el Valle de San Fernando, está cubierto por matorral xerófilo, un tipo de vegetación en el que la diversidad de encinos es escasa o nula.

Los municipios en los que se han hecho colectas del género *Quercus* son 21 de los 43 en los que está dividido el estado (48.8% del territorio), lo que aunado a que para siete especies solo se tiene una colecta (no obstante, ello es suficiente para indicar que tales taxa están presentes en el estado) señala que aún falta mucho trabajo de campo por realizar, que con seguridad modificará los resultados una vez que se puedan realizar más colectas en Tamaulipas.

Contribución de los autores

EPM revisó los antecedentes, determinó los ejemplares de herbario, realizó 85% de las descripciones de las especies, elaboró la clave dicotómica y escribió el trabajo. SVA concibió y coordinó este estudio, elaboró 15% de las descripciones, corroboró la identificación de los ejemplares de herbario y contribuyó con la redacción del manuscrito.

Financiamiento

La Facultad de Ciencias de la UNAM financió parcialmente este estudio.

Agradecimientos

A los encargados de los herbarios CHAP, ENCB, FCME, HUAP, INEGI, INIF y MEXU por la facilidad otorgada para la revisión del material del género *Quercus* depositado en estas colecciones. A Antonio Hernández del laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias, UNAM, por la digitalización de las imágenes.

Literatura citada

Albarrán-Lara, A., L. Mendoza-Cuenca, S. Valencia-A., A. González-Rodríguez y K. Oyama. 2010. Leaf fluctuating asymmetry increases with hybridization and introgression between *Quercus magnoliifolia* and *Quercus resinosa* (Fagaceae) through an altitudinal gradient in Mexico. International Journal of Plant Sciences 171(3): 310-322. DOI: http://dx.doi.org/10.1086/650317

Aldrich, P. R. y J. Cavender-Bares. 2011. *Quercus*. In: Kole, C. (ed.). Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees. Springer-Verlag. Berlin, Germany. pp. 89-129.

Banda, S. 1974. Contribución al conocimiento de los encinos del estado de Nuevo León. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 55 pp.

Bello, G., M. A. y J. Labat. 1987. Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. Cuadernos de estudios michoacanos 1. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Centre d´Etudes Mexicaines et Centramericaines. México, D.F., México. 97 pp.

Chimal, H. A., A. I. E. Roldán, A. B. M. Díaz y A. M. Silva. 2006. La Vegetación de la Cuenca Joya de Salas, Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas. Serie Académicos CBS, No 59. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F., México. 76 pp.

De la Cerda, M. 1989. Encinos de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 88 pp.

Encina, J. A. y J. A. Villarreal. 2002. Distribución y aspectos ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae), en el estado de Coahuila, México. Polibotánica 13: 1-23.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1993. Geología de México: una sinopsis. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y. J. Fa (comps.). Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 447-458.

García M., L. J. 2009. Diversidad florística y vegetación del Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas, México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales,

Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. 107 pp.

García, L., E. Estrada, A. C. Cantú, E. Jurado y J. A. Villarreal. 2014. Diversidad y conservación de los encinos (Fagaceae) en el Estado de Tamaulipas. In: Correa Sandoval, A., J. V. Horta-Vega., J. García-Jiménez y L. Barrientos-Lozano (eds.). Biodiversidad Tamaulipeca. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Tamaulipas, México. Pp. 3-13.

González-Medrano, F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Instituto Nacional de Ecología-Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F., México. 194 pp.

González-Villarreal, L. M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara. Colección Flora de Jalisco. Guadalajara, México. 240 pp.

González-Villarreal, L. M. 2003a. Two new species of oak (Fagaceae, *Quercus* sect. *Lobatae*) from the Sierra Madre del Sur, Mexico. Brittonia 55(1): 49-60. DOI: http://dx.doi.org/10.1663/0007-196X(2003)055[0049:TNSOOF]2.0.CO;2

González-Villarreal, L. M. 2003b. *Quercus tuitensis* (Fagaceae, *Quercus* sect. *Lobatae*), a new deciduous oak from western Jalisco, Mexico. Brittonia 55(1): 42-48. DOI: http://dx.doi.org/10.1663/0007-196X(2003)055[0042:QTFQSL]2.0.CO;2

González-Rodríguez, A., D. M. Arias, S. Valencia A. y K. Oyama. 2004. Morphological and RAPD análisis of hybridization between *Quercus affinis* and *Q. laurina* (Fagaceae), two Mexican red oaks. American Journal of Botany 91(3): 401-409. DOI: http://dx.doi.org/10.3732/ajb.91.3.401

Govaerts, R. y D. G. Frodin. 1998. World Checklist and Bibliography of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae and Ticodendraceae). Royal Botanical Gardens, Kew. Kew, UK. 456 pp.

Hernández S., L., C. González y F. González M. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónona de México, Serie Botánica 62(1): 1-38.

Hernández S., L. 1998. Diversidad florística y endemismo en la Reserva de la Biósfera "El Cielo" Tamaulipas, México. Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Informe final-Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO) proyecto P023. México, D.F., México. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfP023%20.pdf (consultado septiembre de 2016).

INAFED. 2016. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Disponible en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM28tamaulipas/mediofisico.html (consultado diciembre de 2016).

INEGI. 2017. Cuéntame 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. disponible en: www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/territorio (consultado marzo de 2017)

Jensen, R. J. 1997. *Quercus* Linnaeus sect. *Lobatae* Loudon. Flora of North America North of Mexico. 3: 447-468. http://floranorthamerica.org/ (consultado septiembre de 2016).

JSTOR. 2016-2017. JSTOR Global Plants: https://plants.jstor.org/collection/TYPSPE (consultado durante 2016 y hasta marzo de 2017).

Luna-José, A. L., L. Montalovo-Espinosa y B. Rendón-Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 72: 107-117.

Martínez, M. y A. Novelo. 1993. La vegetación acuática del estado de Tamaulipas, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Botánica 64(2): 59-86.

Martínez y Díaz-Salas, M. 2000. Flora y vegetación de la Sierra de San Carlos en el municipio de San Nicolás, Tamaulipas. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Informe final-Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO) proyecto L029. México, D.F., México. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfL029.pdf (consultado septiembre de 2016).

Muller, C. H. 1942. Notes on the American Flora, Chiefly Mexican. American Midland Naturalist Journal 27(2): 470-490. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2421014

Muller, C. H. 1951. The oaks of Texas. Contributions from the Texas Research Foundation 1(3): 21-323.

Nixon, K. C. 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. Annals of Forest Science 50: 25-34. DOI: http://dx.doi.org/10.1051/forest:19930701

Nixon, K. C. y C. H. Muller. 1992. The taxonomic resurrection of *Quercus laceyi* Small (Fagaceae). Sida 15(1): 57-69.

Nixon, K. C. y C. H. Muller. 1993. *Quercus hypoxantha* complex (Fagaceae) in northeastern Mexico. Brittonia 45(2): 146-153. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2807497

Nixon, K. C. y C. H. Muller. 1997. *Quercus* Linnaeus sect. *Quercus*. Flora of North America North of Mexico 3: 471-506. http://floranorthamerica.org/ (consultado septiembre de 2016).

Peñaloza-Ramírez, J. M., A. González-Rodríguez, L. Mendoza-Cuenca, H. Caron, A. Kremer y K. Oyama. 2010. Interspecific gene flow in a multispecies oak hybrid zone in the Sierra Tarahumara of Mexico. Annals of Botany 105(3): 389-399. DOI: http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcp301

Pérez-Olvera, C. y R. Dávalos-Sotelo. 2008. Algunas características anatómicas y tecnológicas de la madera de 24 especies de *Quercus* (encinos) de México. Madera y Bosques 14(3): 43-80. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/myb.2008.1431206

Puig, H. 1968. Nota acerca de la Flora y la Vegetación de la Sierra de Tamaulipas (México). Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 17: 37-49.

Puig, H., R. Bracho y V. J. Sosa. 1987. El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. In: Puig, H. y R. Bracho (eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. Pp. 55-80.

Rodríguez A., M., J. L. Villaseñor, A. J. Coombes y A. B. Cerón-Carpio. 2014. Flora del estado de Puebla, México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 175 pp.

Romero R., S., C. Rojas y M. L. Aguilar. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Annals of Missouri Botanical Garden 89: 551-593. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/3298595

Romero R., S. 2006. Revisión taxonómica del complejo Acutifoliae, *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. Acta Botanica Mexicana 76: 1-45. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm76.2006.1016

Sabás, R. J. L. 2011. Taxonomía, diversidad y distribución de los encinos (*Quercus* spp.) de estado de San Luis Potosí, México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 428 pp.

Scareli-Santos, C., M. L. Sánchez-Mondragón, A. González-Rodríguez y K. Oyama. 2013. Micromorfología foliar del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Acta Botanica Mexicana 104: 31-52. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm104.2013.56

Sosa, V. J. 1987. Generalidades de la región de Gómez Farías. In: Puig, H. y R. Bracho (eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. Pp. 15-28.

Soto, A. O. 2007. Identificación de especies de encinos de México por medio del sistema de policlaves. Tesis de licenciatura. Universidad de Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 187 pp.

Torres-Miranda, A., I. Luna-Vega y K. Oyama. 2011. Conservation biogeography in red oaks (*Quercus*, section *Lobatae*) in Mexico and Central America. American Journal of Botany 98(2): 290-305. DOI: http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1000218

Torres-Miranda, A., I. Luna-Vega, K. Oyama y M. Heads. 2013. New approaches to the biogeography and areas of endemism of red oaks (*Quercus* L., Section *Lobatae*). Systematic Biology 62(4): 555-573. DOI: http://dx.doi.org/10.1093/sysbio/syt021

Tovar-Sánchez, E. y K. Oyama. 2004. Natural hybridization and hybrid zones between *Quercus crassifolia* and *Q. crassipes* (Fagaceae) in Mexico: Morphological and Molecular Evidence. American Journal of Botany 91(9): 1352-1363. DOI: http://dx.doi.org/10.3732/ajb.91.9.1352

Tovar-Sánchez, E., P. Mussali-Galante, R. Esteban-Jiménez, D. Piñero, D. Arias, O. Dorado y K. Oyama. 2008.

Chloroplast DNA polymorphism reveals geographic structure end introgression in *Quercus crassifolia* x *Quercus crassipes* hybrid complex in Mexico. Botany 86(3): 228-239. DOI: http://dx.doi.org/10.1139/B07-128

Trelease, W. 1924. The American oaks. Memoirs of the National Acedemy of Sciences 20: 1-255.

TROPICOS. 2016-2017. Tropicos: www.tropicos.org. (consultada durante 2016 y hasta marzo de 2017).

Valencia A., S. 1989. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 145 pp.

Valencia A., S. 1995. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias No. 1. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 154 pp.

Valencia-A., S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75: 33-53.

Valencia A., S. 2005. Análisis filogenético de la serie Lanceolatae Trel., del género *Quercus* (Fagaceae). Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 131 pp.

Valencia A., S. y J. Barajas-Morales. 1995. Comparación de la anatomía de la madera de *Quercus affinis* y *Q. laurina* (Fagaceae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónona de México, Serie Botánica 66(2): 113-131.

Valencia A., S. y S. Cartujano. 2002. *Quercus pinnativenulosa* (Fagaceae), un encino poco conocido de la Sierra Madre Oriental. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónona de México, Serie Botánica 73(1): 87-92.

Valencia A., S. y A. Delgado S. 2003. Los tricomas foliares en la caracterización de un grupo de especies del género *Quercus*, sección *Lobatae* (Fagaceae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónona de México, Serie Botánica 74(1): 5-15.

Valencia A., S. y G. Flores-Franco. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las fagáceas (Fagaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos -Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO) proyecto CS008. México, D.F, México. http://biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/magnolioayMarg/Encinos/docs/Fagaceae.pdf (consultado septiembre de 2016).

Valencia A., S. y K. C. Nixon. 2011. Fagaceae. In: García Mendoza, A. J. y J. A. Meave. (eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 224-225.

Valencia-A., S. y M. Gual P. 2014. La familia Fagaceae en el bosque mesófilo de montaña de México. Botanical Sciences 92(2): 193-204. DOI: http://dx.doi.org/10.17129/botsci.45

Valencia A., S., M. Gómez-Cárdenas y F. Becerra-Luna. 2002. Catálogo de encinos del estado de Guerrero, México. Libro técnico No. 1. División forestal. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) e Instituto Nacional de Investigaciónes Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Cuernavaca, México. 189 pp.

Valiente-Banuet, A., F. González M. y D. Piñero Dalmau. 1995. La vegetación selvática de la región de Gómez Farias, Tamaulipas, México. Acta Botanica Mexicana 33: 1-36. DOI: http://d http://dx.doi.org/10.21829/abm33.1995.751x.doi.org/10.21829/abm33.1995.751

Vázquez, L. 1992. El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Puebla. México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 246 pp.

Vázquez, L. 2006. Trichome morphology in selected Mexican red oaks species (*Quercus* sect. *Lobatae*). Sida 22: 1091-1110.

Vázquez, M. L. y K. C. Nixon. 2013. Taxonomy of *Quercus crassifolia* (Fagaceae) and morphologically similar species in Mexico. Brittonia 65: 208-227. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s12228-012-9270-0

Villarreal Q., J. A., J. A. Encina D y M. A. Carranza P. 2008. Los encinos (*Quercus*: Fagaceae) de Coahuila, México. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 2(2): 1235-1278.

Zavala, C. F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Polibotánica 8: 47-64.

Acta Botanica Mexicana 120: 113-120 Julio 2017

Artículo de investigación

Ayenia grisea (Malvaceae-Byttnerioideae), una especie nueva para México y validación de *Reevesia clarkii* (Sterculiaceae)

Ayenia grisea (Malvaceae-Byttnerioideae), a new species for Mexico and validation of *Reevesia clarkii* (Sterculiaceae)

Karina Machuca-Machuca

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100, Nextipac 44600 Zapopan, Jalisco, México.

Autor para la correspondencia:
machuca.karina00@gmail.com

Citar como:
Machuca-Machuca, K. 2017. *Ayenia grisea* (Malvaceae-Byttnerioideae) una especie nueva para México y validación de *Reevesia clarkii*. Acta Botanica Mexicana 120: 113-120. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1187

Recibido: 3 de diciembre de 2016.
Revisado: 21 de febrero de 2017.
Aceptado: 19 de abril de 2017.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1187

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: La realización del tratamiento taxonómico de la familia Sterculiaceae para la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes ha dado como resultado una novedad taxonómica y una validación.

Métodos: Se realizó la revisión bibliográfica y de ejemplares correspondientes a la familia Sterculiaceae en los herbarios ENCB, IEB, MEXU, QMEX.

Resultados clave: Se describe e ilustra *Ayenia grisea,* especie nueva de México que pertenece a la sección *Leiayenia.* Se valida *Reevesia clarkii*, nombre invalido que no ha sido publicado formalmente y se aclara la ubicación taxonómica de la especie.

Conclusiones: Tanto *A. grisea* como *R. clarkii* son especies endémicas de México y ocurren en la región del Bajío.

Palabras clave: endemismo, Flora del Bajío, taxonomía.

Abstract:

Background and Aims: While performing the taxonomic treatment of the family Sterculiaceae for Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, a taxonomic novelty was disovered and a validation became necessary.

Methods: A review of literature and specimens corresponding to the family Sterculiaceae of the herbaria ENCB, IEB, MEXU, QMEX was realized.

Key results: A new species from Mexico is described and illustrated, *Ayenia grisea* belonging to section *Leiayenia.* The identity of *Reevesia clarkii*, an invalid name which has not been properly published, is validated and clarified.

Conclusions: Both *A. grisea* and *R. clarkii* are endemic to Mexico and occur in the Bajío region.

Key words: endemism, Flora del Bajío, taxonomy.

Introducción

Ayenia L. es un género americano con 80 a 87 especies que se distribuye desde el sur de Estados Unidos de América hasta el norte de Argentina. Tradicionalmente se le ubica dentro de la familia Sterculiaceae Vent.; sin embargo, en la actual clasificación de APG IV (2016) forma parte de la familia Malvaceae, subfamilia Byttnerioideae junto con *Byttneria* Loefl., *Hermannia* L., *Melochia* L., *Theobroma* L., *Waltheria* L., entre otros.

En la monografía de *Ayenia,* Cristóbal (1960) incluye 29 especies para México, de las cuales siete son descritas como nuevas; posteriormente, describe dos más: *Ayenia conciliata* Cristóbal, de Tamaulipas y *Ayenia mirandae* Cristóbal, de Guerrero. Ella considera que la región que incluye México, norte de Centroamérica, y las Antillas es el centro de mayor variación morfológica, y por lo tanto el centro de ori-

gen del grupo. Con base en lo anterior, no sorprende que al realizar revisiones de géneros poco trabajados, como es el caso de éste, resulten especies novedosas.

Ayenia presenta flores muy modificadas a nivel de la corola y el androceo. En cada pétalo se distinguen dos partes: la uña que corresponde a un filamento delgado y la porción laminar en la parte distal. Las características de la lámina del pétalo que permiten delimitar las especies son las siguientes: la forma de la unión del margen anterior con el tubo estaminal que puede ser dos o cuatro dentada o truncada, la presencia o ausencia de apículos y si estos son internos o externos. En el androceo los filamentos se encuentran fusionados formando un tubo estaminal urceolado que sustenta en la parte apical a los estaminodios y a las anteras 3-tecas.

Cristóbal (1960), con base principalmente en las variaciones de la lámina del pétalo, reconoce tres secciones en el género: 1) *Cybiostigma* (Turcz.) Griseb., que se caracteriza por la lámina rectangular, glabra con margen anterior engrosado, sin dientes y apéndice dorsal ausente, tubo estaminal campanulado, frutos con acúleos trígonos y agudos, semillas lisas o tuberculadas; 2) *Ayenia* (con 4 subsecciones: *Ayenia*, *Conciliatae* Cristóbal, *Praeclarae* Cristóbal y *Stipulares* Cristóbal) con una lámina del pétalo romboidal o triangular, pubescente o glabra, margen anterior escotado, con dos dientes superiores, dos inferiores y un apéndice dorsal cilíndrico, tubo estaminal campanulado, frutos con acúleos cilíndricos a veces mamiformes, semillas tuberculadas con aristas longitudinales o transversales formando cuadrantes; 3) *Leiayenia,* que se reconoce por la lámina del pétalo sagitada hasta trapezoidal, pubescente o glabra, margen anterior con dos dientes, apéndice dorsal ausente, tubo estaminal campanulado o urceolado, frutos con acúleos cilíndricos, mamiformes o trígonos y semillas lisas o corrugadas.

Materiales y Métodos

Durante la revisión del material depositado correspondiente a la familia Sterculiaceae en las colecciones de ENCB, IEB, MEXU y QMEX, para la preparación y publicación del fascículo de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, se encontró una nueva especie del género *Ayenia*. Además, surgió la necesidad de validar *Reevesia clarkii.*

Resultados

Ayenia grisea Machuca-Machuca, sp. nov. Fig. 1.

TIPO: MÉXICO. Querétaro, municipio Cadereyta, 2 km al O de La Mora, camino a San Joaquín, alt. 1000 m, bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo, 27.VIII.1999, *S. Zamudio 11106* (holotipo: IEB!, isotipos: MEXU!, QMEX!).

Frutex griseo-tomentosus; caulis brachyblastos evidentes ferens; petali lamina 1-1.5 mm longa et 0.5 mm lata, margine antico cum lobulis brevibus, margine postico cum lobulis acutis et pubentibus; staminodiorum margo externus apiculum rotundatum et translucidum ferens; fructus aculeis lineari-triangularibus recurvatis tectus.

Arbustos erectos, 0.6-1.5 m de alto; tallos maduros pardos, los jóvenes con indumento denso, grisáceo-tomentoso de tricomas estrellados, glabrescentes, braquiblastos conspicuos 1 cm o más de largo o ausentes; hojas con estípulas deciduas, linear-triangulares, 2-5 mm de largo, peciolos (0.5)1.2-2 cm de largo, tomentosas, con tricomas estrellados, láminas ovadas u orbiculares, 1-3 cm de largo y 1-2.5 cm de ancho, base cordada, ápice agudo u obtuso, margen irregularmente dentado, haz con indumento escaso de tricomas estrellados diminutos, envés con indumento denso grisáceo, de tricomas estrellados, nervaduras prominentes; inflorescencias axilares, en racimos, 1-2 pedúnculos por nudo, 0.1-0.5 cm de largo o éstos ausentes, bracteolas 1 mm de largo, triangulares, margen hialino, pedicelos 4-7 mm de largo; flores con cáliz deciduo, sépalos 2-3.5 mm de largo, ovados, nervadura principal evidente; corola con uña 8-9 mm de largo, lámina del pétalo sagitada 1-1.5 mm de largo y 0.5 mm de ancho, apéndice dorsal ausente, margen anterior agudo con dos dientes laterales y un apículo dorsal y uno ventral

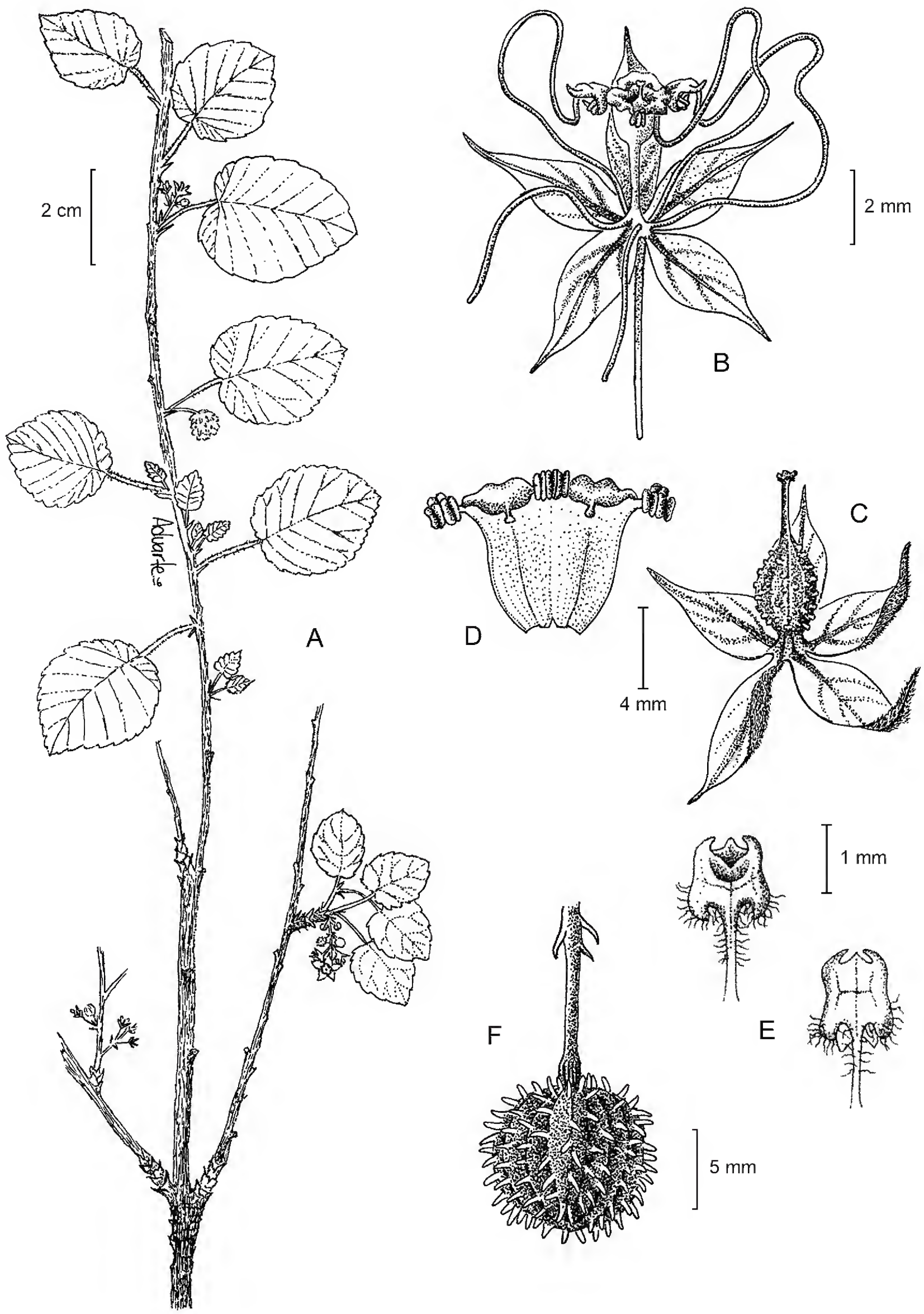


Figura 1: *Ayenia grisea* Machuca-Machuca. A. rama con flores y frutos; B. flor; C. ovario con cáliz; D. tubo estaminal vista externa mostrando apículos translúcidos del margen externo de los estaminodios; E. lámina del pétalo, vista interna y externa; F. fruto. Ilustrado por Anabel Duarte.

justo donde se inserta la lámina del pétalo al tubo estaminal, margen posterior con lóbulos cortos, no revolutos, exteriormente pilosos con tricomas largos; androceo en un tubo estaminal 1 mm de largo, filamentos del estambre reducidos, anteras 3-tecas, estaminodios con margen externo provisto de un apículo redondeado y translúcido, androginóforo 1-2 mm de largo; gineceo con ovario de estilo exerto, estigma capitado; frutos esquizocárpicos 8-9 mm de diámetro, con indumento de tricomas estrellados diminutos y acúleos cilíndricos o cónicos, recurvados, 1-1.5 mm de largo; semillas 4-5, 3-4 mm de largo.

Hábitat y fenología: *Ayenia grisea* es endémica de México, crece en San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Veracruz. Habita en el matorral xerófilo y se le encuentra con menor frecuencia en bosque tropical caducifolio y en bosque de galería; en altitudes entre 900 y 2200 m. Florece durante todo el año y se ha encontrado en fructificación de mayo a noviembre.

Material adicional examinado: MÉXICO. Guanajuato, municipio Victoria, ±3 km al S de Álamos de Martínez, *E. Carranza 3728* (IEB, MEXU). Municipio Xichú, mina La Aurora, 6 km al E de Xichú, *J. Rzedowski 41502* (ENCB, IEB, MEXU); La Mina, 9 km al N de Xichú, *E. Ventura y E. López 7503* (ENCB, MEXU); La Mina, *E. Ventura y E. López 7960* (ENCB, MEXU); río abajo, *E. Ventura y E. López 8966* (ENCB, MEXU). Hidalgo, municipio el Cardonal, barranca de Tolantongo, *P. Hiriart 106* (MEXU). Municipio Metztitlán, 12 km SO de Metztitlán, *R. Galván 4135* (MEXU); cerro del tecolote, *E. Guizar 5314* (ENCB, MEXU); 4.5 km de Venados, *A. Krapovickas 23470* (ENCB); Venados, 25 km al S de Metztitlán, *J. Rzedowski 9057* (ENCB); 13 km al SE de Metztitlán, sobre carretera a Pachuca, *J. Rzedowski 34214* (ENCB, MEXU). Municipio Pacula, cañón del río Moctezuma, camino de Pacula - El Fraile - Mina La Negra, cerca del campamento de la CFE, *A. Castro 645* (MEXU). Querétaro, municipio Cadereyta, La Tinaja, carretera a San Joaquín, *M. Acuña 3* (QMEX); ±10 km al N de Vizarrón, *E. Carranza 3286* (MEXU, QMEX); cañada de La Culebra, al NE de La Tinaja, *E. Carranza 6373* (IEB, MEXU, QMEX); 6 km from Higuerillas towards Vizarron, *F. Chiang et al. 8115* (MEXU); 3 km al S de Peña Blanca, *R. Fernández 1597* (ENCB, MEXU); Tziquia, cerca de la presa de Zimapán, *R. Hernández 12101* (IEB, QMEX); cañada La Culebra 3 km al NE de La Tinaja, *E. Pérez 4322* (IEB, QMEX); km 29 carretera a La Mora, *J. Suárez y A. Rodríguez s.n.* (MEXU); 9 km al N de Vizarrón, *S. Zamudio 2786* (ENCB, MEXU); cañada de La Culebra, al NE de La Tinaja, *S. Zamudio y E. Pérez 9991* (IEB, MEXU, QMEX). Municipio Peñamiller, Higueras, 5 km al SE de Peña Blanca, *R. Hernández et al. 9858* (QMEX); 1 km al N de Peñamiller, *S. Zamudio 2090* (ENCB, MEXU); 5 km al NO de Peñamiller, sobre camino a Aldama, *S. Zamudio 2543* (ENCB, QMEX); 6 km al NE de Peñamiller, sobre el camino a Aldama, *S. Zamudio 3314* (MEXU, QMEX). Municipio Pinal de Amoles, fondo del cañón de misión de Bucareli, *Y. Pantoja 345* (QMEX). Municipio San Joaquín, 1 km al E de San Joaquín, *V. M. Huerta 1155* (IEB, MEXU); cerca del río Moctezuma, *L. Paray 390* (ENCB); cañada La Culebra, 1 km al NE de La Tinaja, *S. Zamudio 3208* (ENCB, MEXU, QMEX), *3548* (MEXU); 1 km O de Las Moras, por camino a San Joaquín, *S. Zamudio et al. 14949* (IEB). Municipio Tolimán, El Chilar, brecha Tolimán - Misión de Palmas, *R. Hernández et al. 11561* (ENCB, MEXU, QMEX); laderas del río Tolimán, entre rancho Guadalupe y El Chilar, *R. Hernández 12186* (MEXU, QMEX); 5 km al N de Tolimán, *S. Zamudio 2578* (MEXU, QMEX); 6.9 km al N de Tolimán por la brecha a San Miguel Palmas, *S. Zamudio 12196* (IEB, MEXU, QMEX); El Manantial, 19 km N de Tolimán, carretera San Miguel Palmas, *S. Zamudio y L. Beltrán 14160* (IEB, QMEX). Sin municipio, Sierra Gorda, *C. Álvarez et al. 1197* (MEXU). San Luis Potosí, municipio Río Verde, Río de Bagres, 35 km SO de Río Verde, *J. Rzedowski 7716* (ENCB, MEXU). Veracruz, municipio Huayacocotla, Los Baños, ±25 km SO de Huayacocotla, cerca de San Nicolás Atecoxco, Hidalgo, *J. Rzedowski 49526* (ENCB, IEB, MEXU).

Cuadro 1: Comparación morfológica entre *Ayenia grisea* Machuca-Machuca y *A. rotundifolia* Hemsl.

Carácter	*A. grisea* Machuca-Machuca	*A. rotundifolia* Hemsl.
Indumento de la planta	grisáceo-tomentoso	ferrugíneo-lanoso
Hoja, largo/ancho (cm)	1-3 × 1-2.5	4-5 × 3.5
Pedúnculos, largo (cm)	0.1-0.5	0.5-2.5
Bracteolas, forma	triangulares	lanceoladas
Sépalos, forma y ápice	ovados ápice agudo	ovado-lanceolados ápice acuminado
Uña, longitud (mm)	8-9	5-6
Lámina del pétalo, largo/ancho (mm)	1-1.5 × 0.5	2-2.5 × 1
Margen posterior de lámina del pétalo	lóbulos cortos no revolutos	lóbulos largos, revolutos
Androginóforo, longitud (mm)	1-2	2-3
Margen externo de los estaminodios	apiculado, apículo translúcido	ondulado apiculado, apículo opaco
Fruto, diámetro (cm)	0.8-0.9	1.2
Acúleos, forma y longitud (mm)	cilíndricos o cónicos, recurvados 1-1.5	cilíndricos, poco curvados 3
Semilla, longitud (mm)	3-4	7
Distribución geográfica	S.L.P., Gto., Qro., Hgo., Ver.	Qro., Hgo.
Intervalo altitudinal	900-2200	550-1600

Etimología: El nombre hace referencia al color grisáceo del indumento de la planta, carácter más evidente que la distingue del taxón más cercano *A. rotundifolia* Hemsl., que contrasta por el indumento ferrugíneo-lanoso, además por el tamaño de los lóbulos del margen posterior de la lámina del pétalo, el margen externo de los estaminodios con un apículo translúcido, el tamaño de los frutos y de los acúleos de éstos, entre otras (Cuadro 1). *Ayenia grisea* pertenece a la sección *Leiayenia* por poseer una lámina del pétalo sagitada y el margen anterior con un par de dientes laterales.

Validación de *Reevesia clarkii*

Otro componente que forma parte de la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes es la especie *Veeresia clarkii* Monach. & Moldenke, nombre que no tiene validez (Solheim, 1991).

Monachino y Moldenke (1940) describieron el género monotípico *Veeresia* Monachino (1940) del estado de Hidalgo, ubicándolo dentro de la familia Sterculiaceae, subtribu Helictereereae y relacionándolo con el género asiático *Reevesia* Lindl., mencionando que se diferenciaba de éste por la presencia de estaminodios y otros caracteres no especificados; sin embargo, Monachino y Moldenke omitieron que las especies asiáticas de *Reevesia* sí presentan estaminodios.

Solheim (1991), en su tesis doctoral "*Reevesia* and *Ungeria* (Sterculiaceae): a taxonomic and biogeographic study", concluye que entre *Reevesia* y *Veeresia* no existen diferencias suficientes para ser considerados como géneros distintos y propone que este último sea considerado sinónimo de *Reevesia*; sin embargo, no formalizó su publicación. El artículo 29 del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (McNeill et al., 2011) indica que un nombre podrá validarse al ser publicado en una revista con un número de serie internacional normalizado (ISSN) o un Número Estándar Internacional de Libros (ISBN), por lo que la combinación propuesta por Solheim (1991) para la especie mexicana se valida aquí.

Reevesia es un género con 25 especies de distribución disyunta, probablemente desde el Eoceno tardío (Solheim, 1991); el centro de diversificación se encuentra en el sur y este de Asia (Ya et al., 2007). Pertenece a la familia Malvaceae, subfamilia Helicteroideae.

Solheim (1991) reconoce para Mesoamérica otra especie y propone el nombre *Reevesia mesoamericana* Hemsl. del cual no se cuenta con suficiente material para validar en esta misma publicación.

Reevesia clarkii (Monach. & Moldenke) Solheim ex Machuca-Machuca, comb. nov. Fig. 2.

= *Veeresia clarkii* Monach. & Moldenke, Bull. Torrey Bot. Club 67: 621. 1940. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, N. Chapulhuacán, 240 m, 2.VII.1935, *O. M. Clark 7401* (holotipo: NY! (00222433), isotipos: MO! (194628), NY! (00023376), UNM! (00035)).

Árbol 6-30 m de alto; tallos densamente pubescentes con tricomas estrellados, diminutos, canescentes, glabrescentes; hojas con estípulas deciduas, lineares o linear-triangulares 4-5 mm de largo, peciolos 2-8 cm de largo, láminas foliares ovadas a anchamente elípticas, 6-17 cm de largo, 3.5-10.5 cm de ancho, base redondeada o cordada, ápice agudo o acuminado, en ocasiones mucronado, margen finamente dentado cuando jóvenes, espaciadamente en la madurez, haz escasamente pubescente con tricomas estrellados diminutos o glabro, envés pubescente con tricomas estrellados diminutos, con 3-5 nervaduras prominentes; inflorescencias en panículas terminales y axilares, pedicelos 2 mm de largo, brácteas lanceoladas 0.5-1 cm de largo, bracteolas, linear-cimbiformes, 1-2 mm de largo, canescentes, deciduas; flores blanquecinas o amarillentas, cáliz ocasionalmente persistente, sépalos adnados, 5-6 mm de largo, externamente canescentes; corola con pétalos oblanceolados, unguiculados, uña 0.5-1 cm de largo, lámina 0.7-1 cm de largo, ápice obcordado o truncado, con un par de aurículas a la mitad de la lámina, externamente pubescentes con tricomas estrellados, internamente con escasos tricomas estrellados o glabros; androceo con 15 estambres conglomerados en un capítulo, sobre un androginóforo exerto, estaminodios 5, dentiformes, diminutos; gineceo piriforme, estilo exerto, estigma 5-lobado; cápsulas pedunculadas, elipsoidales, 1.5-2 cm de largo, 1.5 cm de ancho, loculicidas, tomentulosas; semillas (1) 2 por lóculo, 1-2 cm de largo, aladas.

Hábitat: Especie endémica de México, habita en el bosque mesófilo de montaña y bosque de *Pinus-Quercus* en Hidalgo y Querétaro. Crece en elevaciones de 800 a 1320 m. Se ha colectado con flores y frutos de junio a diciembre.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Chapulhuacán, 2 km north of de Calpulalpan, around trail to transmission tower west of road from Calpulalapan to Hacienda de Cahuazas, about 1.5 km E of hwy 85, about 17 km SW of Tamazunchale, S.L.P., *G.E. Schatz 1200* (MEXU); loc. cit., *S. L. Solheim y Cházaro 1723* (MEXU), *S. L. Solheim 1765* (MEXU), *2067* (MEXU). Querétaro, municipio Jalpan, 3-4 km al S y E de La Parada, *B. Servín 352* (IEB, QMEX); 3-4 km al N de La Parada, *B. Servín 1144* (IEB); 5-6 km al N de La Parada, *B. Servín 1337* (IEB, QMEX). Municipio Landa, al O de El Humo, *E. Carranza 3295* (IEB); al N de Agua Zarca, *E. Carranza et al. 5707* (IEB, QMEX); 2 km al N de Neblinas, *H. Rubio 183* (IEB, QMEX); Rancho Nuevo, 2 km al SE de San Onofre, *H. Rubio 875* (IEB, QMEX); 3 km al SE de La Joya de León, *H. Rubio 963* (IEB, MEXU, QMEX); 1.5 km al E de San Onofre, *H. Rubio 984* (IEB, MEXU, QMEX); 1 km al SE de San Onofre, *H. Rubio 2435* (IEB, MEXU, QMEX); 1.5 km al NO de San Onofre, *H. Rubio 2444* (IEB, MEXU); 1 km al NO de San Onofre, *H. Rubio 2522* (IEB, MEXU, QMEX); 1 km al O de El Humo, *H. Rubio 2557* (IEB, MEXU, QMEX); 1.5 km al E de Camarones, *H. Rubio 2647* (MEXU, QMEX); 10 km al NE de Agua Zarca, sobre camino a Neblinas, *J. Rzedowski 46826* (IEB, MEXU); km 6 de la brecha de Agua Zarca a Neblinas, de Landa, *S. Zamudio 6725* (IEB, MEXU, QMEX); 6.5 km al NE de Humo, rumbo a Neblinas, *S. Zamudio y V. Steinmann 12416* (IEB, QMEX).

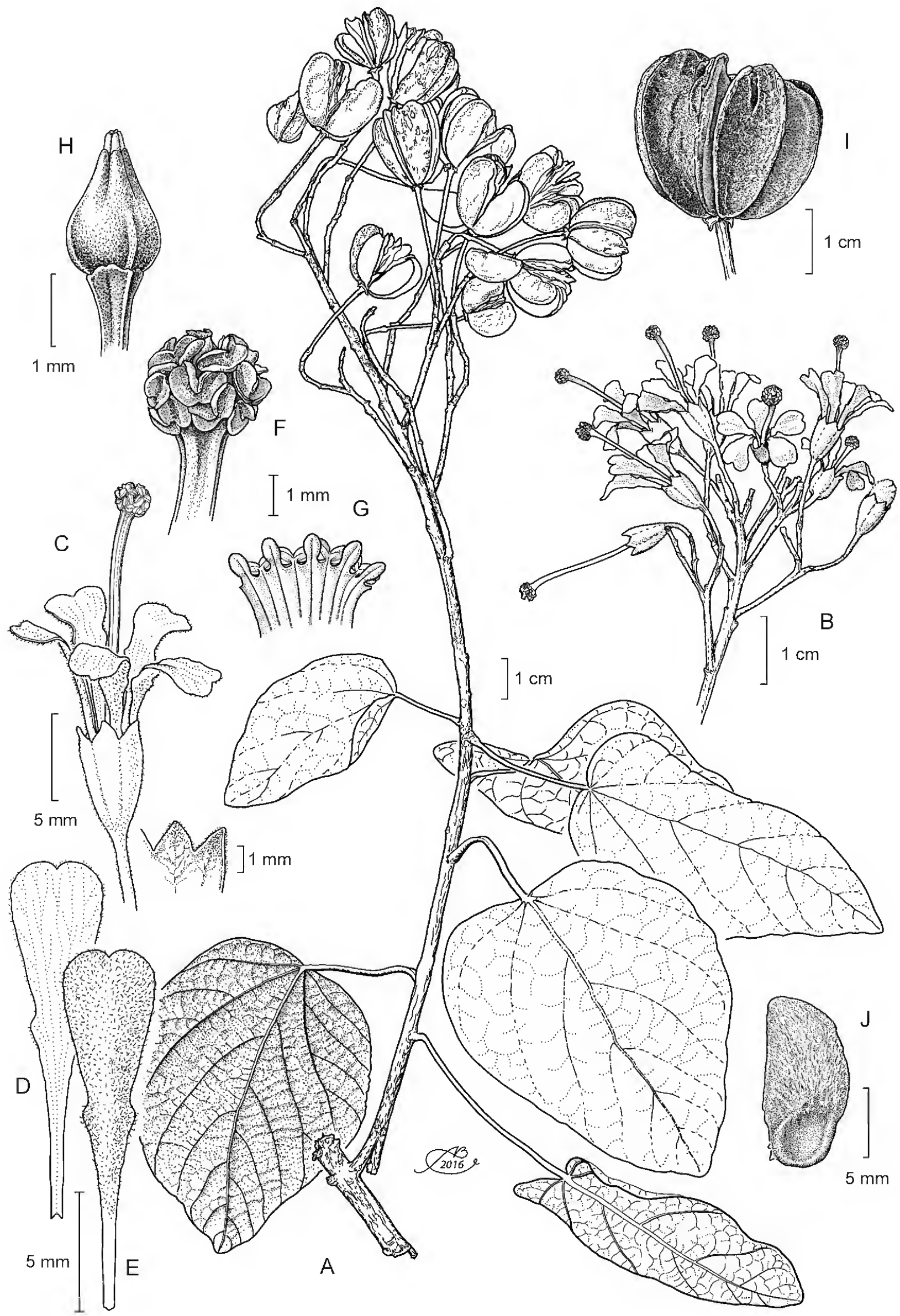


Figura 2: *Reevesia clarkii* (Monach. & Moldenke) Solheim ex Machuca-Machuca. A. rama con frutos; B. inflorescencia; C. flor; D. pétalo vista interna; E. pétalo en vista externa; F. detalle del androceo; G. vista interna del androceo mostrando los estaminodios; H. gineceo; I. fruto; J. semilla. Ilustrado por Alfonso Barbosa.

Discusión

Luego de que Cristóbal realizara la monografía de *Ayenia,* el grupo no había sido abordado, y dado que México constituye uno de los centros de diversificación, es conveniente trabajar los materiales colectados en las últimas décadas. Los caracteres más útiles para distinguir las especies del género se encuentran en la flor.

En cuanto a *Reevesia clarkii,* el aporte en este trabajo además de la detallada descripción, es la ilustración detallada de los estaminodios, gineceo, androceo y otras estructuras (Fig. 2).

Contribución de autor

KMM concibió, diseñó y realizó el estudio, así como la escritura, revisión, corrección y aprobación del manuscrito.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por el Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el respaldo de la Biól. Rosalinda Medina Lemos como parte de una estancia académica para cooperar con otras floras regionales.

Agradecimientos

La autora agradece a Rosalinda Medina Lemos por el apoyo incondicional para realizar este trabajo, J.G. Sánchez Ken por la traducción del resumen, R. Grether por las observaciones al manuscrito, J. Rzedowski por la elaboración de la diagnosis en latín, a Alfonso Barbosa y Anabel Duarte por las ilustraciones, así como a los curadores de las colecciones ENCB, IEB, MEXU y QMEX por las facilidades para consultar los ejemplares.

Literatura citada

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1-20. DOI: http://dx.doi.org/10.111/boj.12385

Cristóbal, C. L. 1960. Revisión del género *Ayenia* (Sterculiaceae). In: Opera Lilloana 4: 1-230.

McNeill, J., F. R. Barrie, W. R. Buck, V. Demoulin, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, K. Marhold, J. Prado, W. F. Prud'homme van Reine, G. F. Smith, J. H. Wiersema y N. J. Turland. 2011. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, Julio 2011. http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php (consultado noviembre de 2016).

Monachino, J. 1940. A new genus and species of Sterculiaceae. Bulletin of the Torrey Botanical Club 67: 621-622. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2481584

Solheim, S. L. 1991. *Reevesia* and *Ungeria* (Sterculiaceae): A taxonomic and biogeographic study. Ph. D. Thesis. University of Wisconsin. Madison, USA. 383 pp.

Ya, T., G. M. Gilbert y L. J. Door. 2007. Sterculiaceae. In: Wu Z., P. H. Raven y D. Hong (eds.). Flora of China. Hippocastanaceae through Theaceae 12. Missouri Botanical Garden Press. Beijing, China. Pp. 313-317.

Acta Botanica Mexicana 120: 121-129 Julio 2017

Artículo de investigación

Sinopsis del género *Axiniphyllum* (Asteraceae, Millerieae) endémico de México

Synopsis of the genus *Axiniphyllum* (Asteraceae, Millerieae) endemic to Mexico

Alberto González-Zamora[1,3], José Luis Villaseñor[2]

1 Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Biología Evolutiva, Av. Universidad s.n., Fracc. Filadelfia, 35010 Gómez Palacio, Durango, México.
2 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Tercer Circuito s.n., Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Apdo. postal 70-233, 04510 Cd. Mx., México.
3 Autor para la correspondencia: agzfc@ujed.mx

Citar como:
González-Zamora, A. y J. L. Villaseñor. 2017. Sinopsis del género *Axiniphyllum* (Asteraceae, Millerieae) endémico de México. Acta Botanica Mexicana 120: 121-129. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1214

Recibido: 1 de marzo de 2017.
Revisado: 29 de marzo de 2017.
Aceptado: 2 de mayo de 2017.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1214

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El género *Axiniphyllum* es endémico de México con distribución en el sur y el occidente del país. Se caracteriza por su hábito herbáceo perenne, hojas opuestas y lobuladas, connatas en la base y cipselas 4-angulares, desprovistas de vilano. El objetivo del presente trabajo fue realizar una sinopsis del género, incluyendo descripciones, una clave para identificar sus especies y un mapa de su distribución geográfica.

Métodos: Se revisaron ejemplares de *Axiniphyllum* depositados en distintos herbarios del país. La identificación se realizó con ayuda de tratamientos taxonómicos y revisión de ejemplares tipo.

Resultados clave: Las especies de *Axiniphyllum* pueden reconocerse por la variabilidad morfológica de las hojas y las cabezuelas; *A. pinnatisectum* y *A. sagittalobum* presentan flores liguladas. La descripción de cada especie se incrementa con respecto a lo reportado previamente en la literatura debido a la adición de nuevas observaciones.

Conclusiones: Se reconocen cinco especies en *Axiniphyllum*, las cuales pueden ser consideradas como raras, pues las recolectas realizadas para ellas son escasas. Algunas de las localidades donde se han recolectado se encuentran fuertemente afectadas por las actividades humanas.

Palabras clave: Compositae, endemismo, identificación, taxonomía.

Abstract:

Background and Aims: The genus *Axiniphyllum* is endemic to Mexico, distributed in the southern and western part of the country. Its members are characterized by its perennial herbaceous habit, opposite and lobulated leaves, basally connate, and 4-angulate cypselae lacking a pappus. The objective of this research was to perform a synopsis of the genus, including descriptions, a key for species identification, and a distribution map.

Methods: Specimens of *Axiniphyllum* deposited in different Mexican herbaria were reviewed. Identification was carried out using taxonomic treatments and revision of type specimens.

Key results: Species of *Axiniphyllum* can be recognized by the morphological variability of the leaves and the heads; *A. pinnatisectum* and *A. sagittalobum* display ligulated flowers. Description of each species was increased with respect to what has been previously reported in the literature due to the addition of new observations.

Conclusions: Five species are recognized in *Axiniphyllum*; all species can be considered as rare because the scarcity of their collections. Some localities where they have been recorded are currently strongly affected by human activities.

Key words: Compositae, endemism, identification, taxonomy.

Introducción

La tribu Millerieae (familia Asteraceae) contiene unos 34 géneros y 380 especies, distribuidas principalmente en México y el norte de los Andes (Panero y Funk, 2002; Baldwin, 2009). Sus miembros se caracterizan por presentar hojas usualmente

opuestas y a menudo glandulares, páleas escariosas, tecas de las anteras por lo regular ennegrecidas o en ocasiones amarillas, cipselas negruzcas, más o menos rollizas y usualmente estriadas, además de vilano formado de escamas o cerdas dispuestas radialmente o en ocasiones ausente (Panero, 2007). *Axiniphyllum* Benth. es uno de los 34 géneros de la tribu Millerieae.

Al describir por primera vez a el género, Bentham (1872) incluyó dos especies carentes de flores liguladas, *A. corymbosum* Benth. y *A. tomentosum* Benth. Esta última especie fue descrita previamente por Zuccarini (1832) como *Polymnia scabra* Zucc. y Blake (1930) la transfirió al género *Axiniphyllum* (*A. scabrum* (Zucc.) S.F. Blake). Desde entonces no se adicionaron nuevas especies y el género consistió de esas dos, restringidas a los estados de Guerrero y Oaxaca.

Medio siglo después, Turner (1978) revisó taxonómicamente el género y transfirió *Rumfordia pinnatisecta* Paul G. Wilson al género *Axiniphyllum* luego de revisar los dos únicos ejemplares recolectados de la especie por George Hinton en la zona montañosa del estado de Guerrero. En la misma obra, Turner describió una cuarta especie, *A. sagittalobum* B.L. Turner, a partir de un ejemplar igualmente recolectado en el estado de Guerrero; dicha especie solamente se conocía del material tipo, hasta el año 2005 cuando se encontraron poblaciones adicionales (González-Zamora et al., 2007). Por último, Turner (1987) describió *A. durangense* B.L. Turner, del sur del estado de Durango. En la actualidad el género está constituido por cinco especies endémicas del territorio nacional.

El interés por realizar una sinopsis del género *Axiniphyllum* se basa principalmente en su pobre conocimiento, pues las recolectas realizadas de sus especies son escasas, al parecer debido a que sus poblaciones probablemente sean pequeñas y muy localizadas. Todas ellas califican para considerarlas como especies raras (Gaston, 1994); además, algunas de las localidades conocidas se encuentran actualmente fuertemente afectadas por las actividades humanas. El objetivo del presente trabajo fue realizar una sinopsis del género, incluyendo descripciones y una clave para identificar sus especies, así como un mapa de su distribución geográfica.

Materiales y Métodos

Se realizó una revisión de los ejemplares de *Axiniphyllum* depositados en herbarios nacionales, destacando el Herbario Nacional de México (MEXU) de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Herbario de la División de Ciencias Forestales (CHAPA) de la Universidad Autónoma Chapingo, el Herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Rural Integral Durango (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional, el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional, el Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Herbario del Área de Ciencias Naturales (UAGC) del Instituto de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Guerrero. Se realizaron descripciones tanto del género como de las especies, analizando diversos caracteres morfológicos considerados de importancia taxonómica o relevantes para su identificación, particularmente de las hojas o de las cabezuelas. El análisis de los caracteres de *A. pinnatisectum* (Paul G. Wilson) B.L. Turner, se realizó a partir de las imágenes de los ejemplares tipo alojados en la página de JSTOR con ayuda del programa ImageJ 1.50i (Rasband, 1997-2016).

Las imágenes de los caracteres relevantes para la identificación de las especies (excepto la de *Axiniphyllum pinnatisectum*, que se obtuvo de los tipos alojados en la página de JSTOR Global Plants (JSTOR, 2017)) se elaboraron con una cámara NIKON D90 con objetivos para respaldo digital. En el caso de las hojas se utilizó un objetivo AF-S Nikkor 18-200 mm y para los acercamientos de las cabezuelas un objetivo Micro Nikkor 60 mm.

Los registros de *Axiniphyllum* citados en el texto y almacenados en una base de datos fueron georreferenciados. Se emplearon las coordenadas de recolecta para hacer el mapa de distribución (Fig. 1) en ArcGIS 10.0 (ESRI, 2010) y para reconocer los tipos de vegetación donde se encuentran.

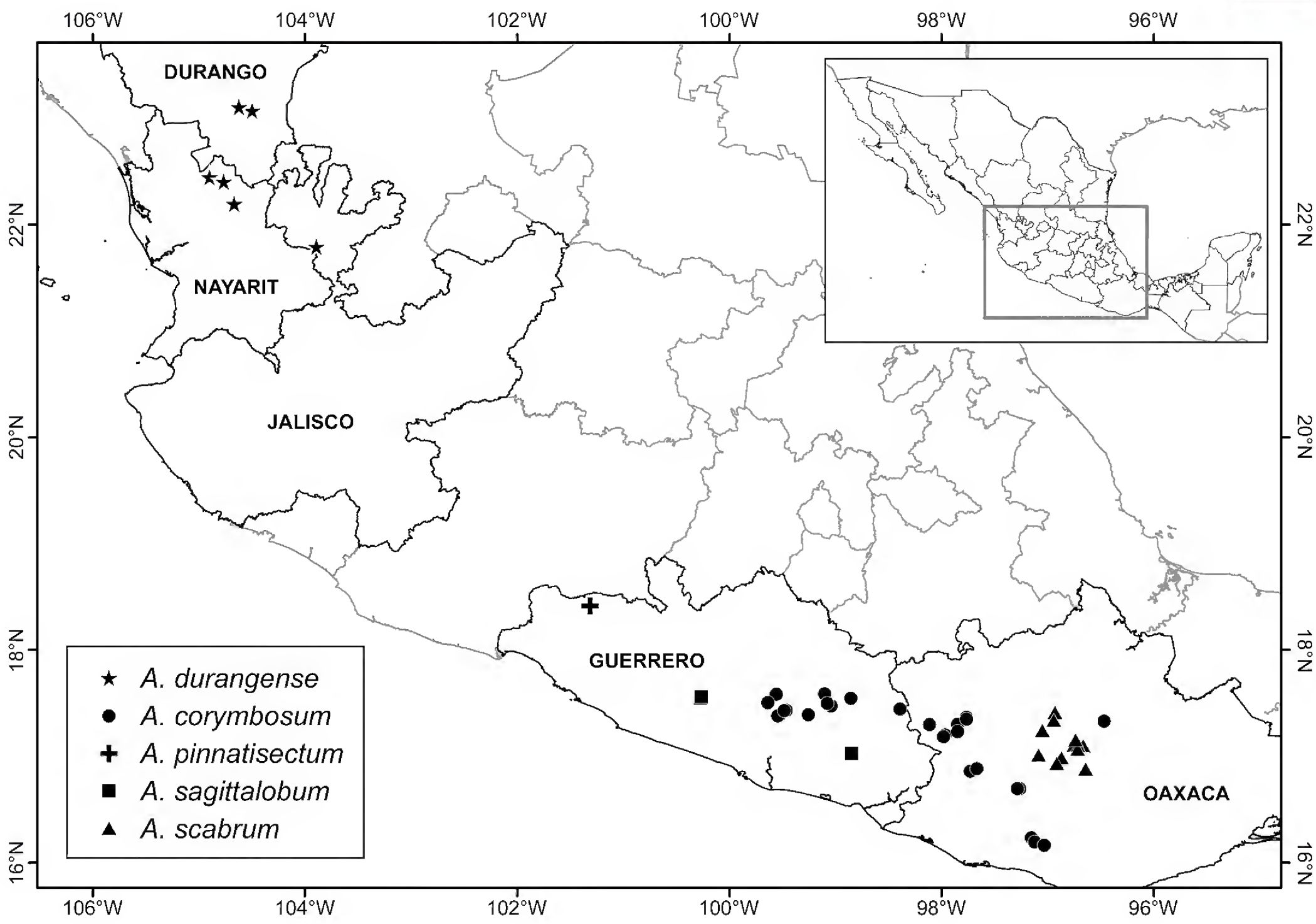


Figura 1: Distribución geográfica de las especies del género *Axiniphyllum* Benth.

Resultados

Taxonomía

Axiniphyllum Benth., Hooker's Icon. Pl. 12: 16, t. 1118. 1872.

Hierbas perennes, rizomatosas, erectas, 0.5-1.5 m alto; rizoma fibroso tipo cormo; tallos rojizos, pubescentes en la base, glabrescentes con la edad, 1.5-3.6 mm diámetro; hojas opuestas, en ocasiones concentrándose en la parte basal formando una roseta, triangulares, truladas o sagitadas, 2.7-16 cm largo, 1.9-9.1 cm ancho; lámina entera a someramente trilobulada o pentalobulada (Fig. 2A, D, G, J, M), márgenes enteros, serrados, dentados o sublobados, a veces ligeramente revolutos, lóbulo apical serrado, crenulado o redondeado; base sagitada o atenuado-decurrente, ápice acuminado, agudo o redondeado; venación palmada, con 3 venas de primer orden; haz piloso, con tricomas suaves y largos, multicelulares, septados, uniseriados, en ocasiones mezclados con tricomas glandulares en toda la superficie o escabroso, con tricomas cortos, duros y rígidos, multicelulares, septados, uniseriados; envés piloso con tricomas suaves y largos, multicelulares, septados, uniseriados o tomentoso con tricomas suaves y entrelazados, multicelulares, septados, uniseriados, principalmente a lo largo de las venas; peciolo alado, connato-perfoliado, con pubescen-

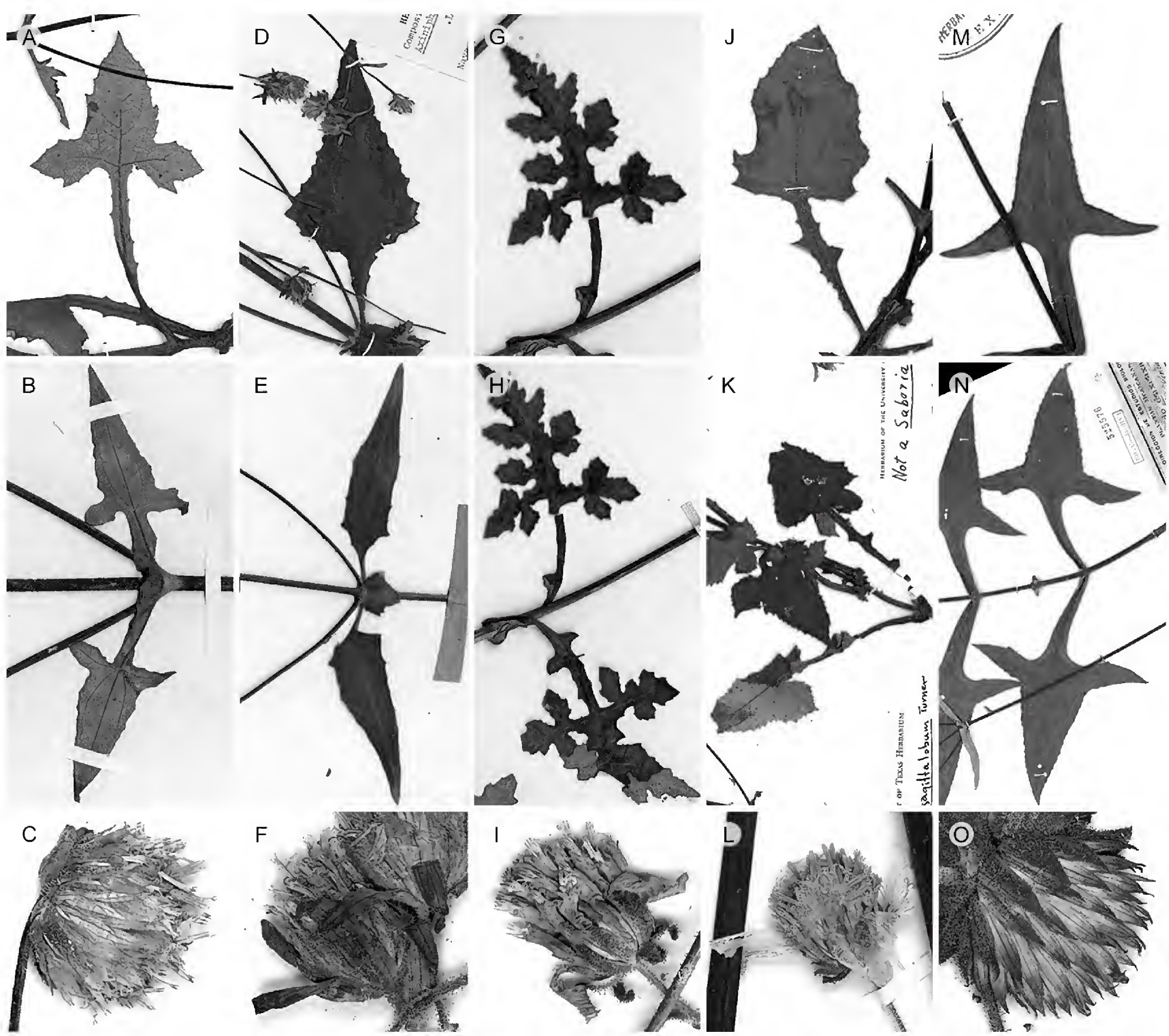


Figura 2: Variabilidad morfológica en el género *Axiniphyllum* Benth. observada en ejemplares herborizados. A-C: *Axiniphyllum corymbosum* Benth. (*Calzada 19466*, MEXU), D-F: *A. duranguense* B.L. Turner (*Téllez 12251*, MEXU), G-I: *A. pinnatisectum* (Paul G. Wilson) B.L. Turner (*Hinton 11289*, GH), J-L: *A. sagittalobum* B.L. Turner (*González-Zamora 117*, MEXU), M-O: *A. scabrum* (Zucc.). S.F. Blake (*Conzatti 4217*, MEXU). La primera fila ilustra la forma de las hojas, la segunda las bases de las hojas y la tercera las cabezuelas.

cia y tricomas iguales a los de la lámina, 1-9.1 cm largo, formando en ocasiones una estructura parecida a una estípula (Fig. 2B, E, H, K, N); capitulescencia politélica, constituida por agregaciones dicasiales; pedúnculos 2.1-13.6 cm largo, pilosos, tricomas glandulares, mezclados con tricomas no glandulares, multicelulares, septados, uniseriados; brácteas de la inflorescencia con las mismas características de las hojas, 1.5-14 mm largo, 0.5-12 mm ancho; involucro campanulado, 4.8-17.9 mm largo, 7.2-28 mm ancho; brácteas involucrales imbricadas, en 2-3 series, tanto las más externas como las internas presentan los márgenes enteros, coriáceos, ápice agudo a redondeado, no reflexas, pubescencia pilosa, tricomas multicelulares septados, uniseriados, glandulares, a veces mezclados con tricomas no glandulares, las externas 4-10.2 mm largo, 0.5-7.2 mm ancho, las internas 4.2-16.3

mm largo, 0.5-2.7 mm ancho, papiráceas, ápice agudo, amarillentas, sin envolver a las flores radiadas; flores radiadas presentes o ausentes (Fig. 2C, F, I, L, O), cuando presentes 5-8, pistiladas y fértiles, amarillo pálido *in vivo*, lígulas profundamente 3-lobadas en el ápice, 5.2-12 mm largo, 2.1-6 mm ancho, tubo densamente piloso, 0.8-3 mm largo; ramas del estilo amarillas, ca. 1.1 mm largo, glabras, con apéndices agudos; cipselas glabras, negras, 4-costilladas, 1.5-2 mm largo; vilano ausente; flores del disco 15-80, hermafroditas, fértiles, amarillas o rojizas, 5-lobuladas, 1.5-6.8 mm largo, 0.4-2.3 mm ancho, pilosas en toda la superficie o concentrándose en la base del tubo, tubo 0.2-2.1 mm largo, limbo 2.3-5.1 mm largo, lóbulos 0.2-1.3 mm largo, ápice agudo, anteras amarillas, 0.6-4.9 mm largo, glabras, base obtusa a sagitada, ápices del estilo con apéndices triangulares; ramas del estilo amarillo-ocre, 0.5-5.3 mm largo, pilosas en la superficie exterior, comenzando desde un poco debajo de la bifurcación, con tricomas unicelulares, apéndices del estilo agudos; cipselas glabras, negras, 4-costilladas, 1.1-3.3 mm largo; vilano ausente.

Género endémico de México, constituido por cinco especies, distribuidas en el sur y occidente del país, principalmente en bosques templados (bosque de pino o de pino-encino), en un intervalo de 500 hasta 2800 m.

Clave para identificar las especies de *Axiniphyllum*

1a. Flores radiadas presentes 2
1b. Flores radiadas ausentes; flores del disco amarillas o rojizas 3
2a. Lámina de la hoja profundamente pentalobulada; anteras de las flores del disco con la base obtusa .... *A. pinnatisectum*
2b. Lámina de la hoja entera a someramente trilobulada; anteras de las flores del disco con la base sagitada .... *A. sagittalobum*
3a. Haz de la hoja con pubescencia escabrosa (con tricomas cortos, duros y rígidos), envés con pubescencia tomentosa (con tricomas suaves y entrelazados); flores del disco rojizas ..... *A. scabrum*
3b. Haz y envés de la hoja con pubescencia pilosa (con tricomas suaves y largos); flores del disco amarillas 4
4a. Hojas truladas; lámina entera; peciolos connatos en la base formando un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula ..... *A. durangense*
4b. Hojas triangulares, sagitadas; lámina someramente lobulada; peciolos connatos en la base sin formar un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula ..... *A. corymbosum*

1. ***Axiniphyllum corymbosum*** Benth. Hooker's Icon. Plant. 12: 17, t. 1118. 1872. TIPO: MÉXICO. Oaxaca, woods in the province of Oaxaca, 7500 feet, IX.1840, *H. Galeotti 2089* (holotipo: K, foto en MEXU!).

Hierbas perennes, 0.55-0.85 m alto; hojas triangulares, sagitadas (Fig. 2A), en ocasiones formando una roseta basal, 2.7-8.5 cm largo, 3.5-9.1 cm ancho, lámina someramente lobulada, margen entero a serrado, lóbulo apical agudo a redondeado, ápice agudo, haz y envés de las hojas piloso, con tricomas suaves y largos, multicelulares, septados, uniseriados, en ocasiones mezclados con tricomas glandulares en toda la superficie, peciolos 1-8.1 cm largo, connatos en la base sin formar un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula (Fig. 2B); pedúnculos 2.1-12.1 cm largo, brácteas 9-14 mm largo, 1.4-12 mm ancho; involucro 4.8-7.8 mm largo, 9.4-13.7 mm ancho, brácteas involucrales externas 4.1-7.6 mm largo, 0.5-2.5 mm ancho, las más internas 4.2-8.6 mm largo, 0.5-1.7 mm ancho; flores radiadas ausentes (Fig. 2C); flores del disco ca. 40, amarillas, 4.1-7 mm largo, 0.4-2.3 mm ancho, anteras 1.6-3.4 mm largo, base obtusa, ramas del estilo 0.5-2.3 mm largo, cipselas glabras, 1.1-2.6 mm largo.

Hábitat: bosque de pino-encino. Intervalo altitudinal: 980-2563 m. Floración: septiembre a diciembre. Distribución: Guerrero y Oaxaca (Fig. 1).

Material adicional examinado: MÉXICO. Guerrero, municipio Alcozauca de Guerrero, cerro Azul, 3 km al

SO de Alcozauca, X.1989, *F. J. Díaz s.n.* (MEXU). Municipio Atlixtac, km 70-71 of the road Chilpancingo - Chilapa - Tlapa, across from microwave station, 7.XI.1990, *J. L. Panero 2040* (MEXU); km 70-71 de la carretera Chilpancingo - Chilapa - Tlapa, 13.X.1991, *J. L. Panero 2458* (MEXU). Municipio Chilapa de Álvarez, km 13 del camino que va de Alzacoalaya a Heuycatenango, 4.X.1981, *F. G. Lorea 1680* (FCME, MEXU); 3.4 km E of Chilapa on Mex 93, 8.XI.1999, *T. Yahara 1955* (MEXU). Municipio Chilpancingo de los Bravo, Microondas road up cerro Alquitrán, marker El Tejocote on hwy 95 W of Mazatlán, ca. 7.2 km W of hwy 95, 30.IX.1983, *W. R. Anderson 12905* (CHAPA, MEXU); al este de Omiltemi, 0.5 km delante de Palo Hueco, 8.X.1985, *R. Antonio 384* (FCME); near Huapango on road to San Vicente S of Omiltemi, 18.X.1984, *D. E. Breedlove 61873* (MEXU); 3 km antes de Chilpancingo a Omiltepec, 30.X.1983, *S. Gutiérrez 32* (FCME, MEXU); Mazatlán, falda E del cerro Alquitrán, 8.X.1968, *H. Kruse 2032* (MEXU); cima del cerro Alquitrán, 21.XI.1968, *H. Kruse 2032b* (MEXU); Mazatlán, falda E del cerro Alquitrán, 7.XI.1969, *H. Kruse 2666* (ENCB, FCME, MEXU); aproximadamente 3 km al E de Amojileca, camino Chilpancingo - Omiltemi, 30.X.1982, *F. G. Lorea 2628* (MEXU); 3 km antes de Amojileca, por el camino de Chilpancingo a Omiltemi, 30.X.1983, *S. Torres 1447* (MEXU). Municipio Quechultenango, 3 km al S de Quechultenango al O del camino a Tlayolapa, 28.IX.1982, *A. Núñez 1101* (FCME, MEXU). Municipio San Luis Acatlán, aproximadamente 1 km al SE de Mixtecolapa, sobre el camino Tres Cruces - Pascala de Oro, 26.X.1989, *F. G. Lorea 4869* (FCME, MEXU). Oaxaca, municipio San Jerónimo Coatlán, Piedra Larga, campamento San Mateo (Distrito de Juquila), 24.X.1980, *R. Hernández 5178* (ENCB, MEXU). Municipio San Juan Lachao, 89.6 km (56 mi) al N de Puerto Escondido sobre ruta 131 (terracería) hacia Sola de Vega, 22.XII.1984, *C. P. Cowan 5001* (MEXU); 151.4 km al SSW of the 175 junction on the way from Oaxaca to Puerto Escondido, 23 km S of Juchatengo, 5.XI.2000, *T. Yahara 2313* (MEXU); 22.6 km W of the junction on the way from Juxtlahuaca to Coicoyán, 7.XI.2000, *T. Yahara 2378* (MEXU). Municipio San Juan Mixtepec, Tres Cruces, 16 km al NE de San Juan Mixtepec, 20.X.1990, *A. García 5014* (MEXU); Río San Lucas a 2 km al SO de San Juan Mixtepec, 2.X.1988, *J. Reyes 670* (MEXU). Municipio San Juan Ñumí, 1.5 km al S de la desviación Mixtepec - Yosoñama, Región Mixteca, 20.XI.1984, *G. I. Manzanero 310* (MEXU). Municipio San Martín Itunyoso, Yu-Cushun (Monte del Tesoro), 10 km al SO de San Juan Mixtepec, 21.X.1990, *A. García 5066* (MEXU). Municipio San Sebastián Tecomaxtlahuaca, km 15 de la carretera Tecomaxtlahuaca - Coicoyán de las Flores, 17.X.1994, *J. L. Panero 5110* (MEXU). Municipio Santiago Juxtlahuaca, La Cumbre, 3 km de la desviación de la carretera Agua Fría a Santiago Juxtlahuaca, 11.X.1994, *J. I. Calzada 19466* (MEXU); 14 km de Santiago Juxtlahuaca, entre los poblados de Agua Fría y Hierba Santa, 3.XI.1995, *J. I. Calzada 20401* (MEXU).

2. ***Axiniphyllum durangense*** B.L. Turner, Madroño 34: 165, fig. 1. 1987. TIPO: MÉXICO. Durango, municipio Mezquital, alrededores de Plátano Tatemado (a 12 km de La Guajolota), márgenes de arroyo en bosque de pino-encino, 12.IX.1985, *I. Solis 294* (holotipo: TEX, isotipos: CIIDIR!, ENCB!).

Hierbas perennes, 0.5-0.85 m alto; hojas truladas (Fig. 2D), sin formar una roseta basal, 2.7-3.4 cm largo, 1.9-2.5 cm ancho, lámina entera, margen entero a serrado, lóbulo apical serrado, ápice agudo a redondeado, haz y envés de las hojas piloso, con tricomas suaves y largos, multicelulares, septados, uniseriados, en ocasiones mezclados con tricomas glandulares en toda la superficie, peciolos 1.9-2.4 cm largo, connatos en la base formando un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula (Fig. 2E); pedúnculos 2.1-10.6 cm largo, brácteas 1.5-14 mm largo, 0.5-12 mm ancho; involucro 5.6-10.2 mm largo, 7.2-12.2 mm ancho, brácteas involucrales externas 5.6-10.2 mm largo, 2.2-7.2 mm ancho, las más internas 5-6.1 mm largo, 1.4-2.7 mm ancho; flores radiadas ausentes (Fig. 2F); flores del disco 40-50, amarillas, 4-6 mm largo, 1.3-1.6 mm ancho, anteras 0.6-3.9 mm largo, base obtusa, ramas del estilo 0.7-1.9 mm largo, cipselas glabras, 1.6-2.8 mm largo.

Hábitat: bosque de pino-encino. Intervalo altitudinal: 1400-2540 m. Floración: septiembre a octubre. Distribución: Durango, Jalisco y Nayarit (Fig. 1).

Material adicional examinado: MÉXICO. Durango, municipio Mezquital, ca. 11 km from La Guajolota, 28.IX.1985, *I. Solis 379* (CIIDIR). Jalisco, municipio Bolaños, Los Amoles, 10 km al SO de Las Banderitas, Tuxpan de Bolaños, 27.IX.1996, *J. Calónico 3005* (MEXU). Nayarit, municipio Nayar, along the arroyo Santa Rosa W of Santa Teresa, 100 airline km NNE of Tepic, 21-24.X.1979, *D. E. Breedlove 44556* (ENCB); 14.4 km al SO de Santa Teresa, camino a La Mesa del Nayar. 26.IX.1989, *G. Flores y P. Tenorio 1410* (MEXU); 1-2 km al SO del Cangrejo,18. IX.1989, *O. Téllez et al. 12251* (FCME, MEXU); 12 km al NO de Lindavista, camino a Santa Teresa. 29.IX.1989, *P. Tenorio y G. Flores 16466* (MEXU).

3. ***Axiniphyllum pinnatisectum*** (Paul G. Wilson) B.L. Turner, Madroño 25: 50. 1978. ≡ *Rumfordia pinnatisecta* Paul G. Wilson, Kew Bull. 164. 1958. TIPO: MÉXICO. Guerrero, Mina Dist., Agua Zarca-Filo, pine forest, 30.XI.1937, *G. B. Hinton et al. 11289* (holotipo: K, isotipo: US, foto en MEXU!).

Hierbas perennes, 1-1.5 m alto; hojas triangulares (Fig. 2G), sin formar una roseta basal, 3-16 cm largo, ca. 5 cm ancho, lámina profundamente pentalobulada, la mitad inferior más angosta, margen dentado a sublobado, lóbulo apical serrado, ápice agudo, haz y envés de las hojas piloso, con tricomas suaves y largos, multicelulares, septados, uniseriados, en ocasiones mezclados con tricomas glandulares en toda la superficie, peciolos ca. 3.5 cm largo, connatos en la base sin formar un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula (Fig. 2H); pedúnculos 6.5-7.5 cm largo, brácteas 3-10 mm largo, 0.9-2.8 mm ancho; involucro ca. 10 mm largo, 20-28 mm ancho, brácteas involucrales externas ca. 4 mm largo, 1-2.9 mm ancho, las más internas no vistas; flores radiadas 5-8 (Fig. 2I), lígulas 5.2-10.6 mm largo, 2.1-5.6 mm ancho, tubo ca. 2 mm largo, ramas del estilo no observadas, cipselas ca. 2 mm largo; flores del disco 15-20, amarillas, ca. 1.5 mm largo, ancho no determinado, anteras ca. 4 mm largo, base obtusa, ramas del estilo ca. 2 mm largo, cipselas glabras, ca. 2.5 mm largo.

Hábitat: bosque de pino. Intervalo altitudinal: 501-2340 m. Floración: octubre a noviembre. Distribución: endémica del estado de Guerrero; conocida solamente del material tipo (Fig. 1).

4. ***Axiniphyllum sagittalobum*** B.L. Turner, Madroño 25: 50, fig. 1. 1978. TIPO: MÉXICO. Guerrero, distrito Mina, municipio San Miguel Totolapan, Toro Muerto, 2800 m, 30.X.1939, *G. B. Hinton et al. 14761* (holotipo: TEX-LL, isotipos: MICH, NY, foto MEXU!, US, foto MEXU!).

Hierbas perennes, 0.85-1.5 m alto; hojas triangulares, sagitadas (Fig. 2J), en ocasiones formando una roseta basal, 4.4-8.3 cm largo, 3-6.7 cm ancho, lámina entera a someramente trilobulada, margen ligeramente revoluto serrado, cada serración con un mucrón y una glándula apical color pardo claro, lóbulo apical crenulado, ápice acuminado; haz y envés de las hojas piloso, con tricomas suaves y largos, multicelulares, septados, uniseriados, en ocasiones mezclados con tricomas glandulares en toda la superficie, peciolos 4.7-9.1 cm largo, connatos en la base sin formar un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula (Fig. 2K); pedúnculos 3-13.6 cm largo, brácteas 4.1-9.4 mm largo, 0.7-4 mm ancho; involucro 9-17 mm largo, 11-17 mm ancho, brácteas involucrales externas 6.3-7.8 mm largo, 0.9-2.7 mm ancho, las más internas 6.1-8.8 mm largo, 1.4-2.1 mm ancho; flores radiadas 8 (Fig. 2L), lígulas 7-12 mm largo, 3-6 mm ancho, tubo 0.8-3 mm largo, ramas del estilo ca. 1.1 mm largo, con apéndices agudos, cipselas 1.5-2 mm largo; flores del disco ca. 40, amarillas, 4.9-6.8 mm largo, 0.9-1.3 mm ancho, anteras 4.5-4.9 mm largo, base sagitada, ramas del estilo 4.5-5.3 mm largo, cipselas glabras, 2.7-3.3 mm largo.

Hábitat: bosque de pino. Intervalo altitudinal: 2800 m. Floración: octubre. Distribución: endémica del estado de Guerrero (Fig. 1).

Material adicional examinado: MÉXICO. Guerrero, municipio San Miguel Totolapan, Toro Muerto, 200 m después del aserradero, camino a Puerto del Gallo. 24.X.2005, *González-Zamora 117* (FCME, MEXU, NY, TEX, UAGC).

5. ***Axiniphyllum scabrum*** (Zucc.). S.F. Blake, Contrib. U. S. Nat. Herb. 26: 248. 1930. ≡ *Polymnia scabra* Zucc., Abh. Akad. Wiss. München 1: 313. 1832. TIPO: Grown in the Botanical Garden at Munich from seeds collected in Mexico, 1829, *W. F. Karwinski s.n.* (holotipo: M, isotipo: BM, P).

= *Polymnia aspera* Mart. ex DC. Prodr. 5: 515. 1836. TIPO: MÉXICO. Sin localidad, 1829, *W. F. Karwinski s.n.* (holotipo: M).

= *Axiniphyllum tomentosum* Benth. Hook. Icon. Pl. 12: 17. 1872. TIPO: MÉXICO. Sin localidad, 1846, *M. Bates s.n.* (holotipo: K, foto MEXU!).

Hierbas perennes, 0.75-1.5 m alto; hojas triangulares, sagitadas (Fig. 2M), sin formar una roseta basal, 3.7-11.5 cm largo, 2.2-9.1 cm ancho, lámina entera a somemente trilobulada, margen entero a serrado, lóbulo apical serrado, ápice acuminado, pubescencia del haz escabrosa, con tricomas cortos, duros y rígidos, multicelulares, septados, uniseriados, la del enves tomentosa, con tricomas suaves y entrelazados, multicelulares, septados, uniseriados, principalmente a lo largo de las venas, peciolos 1.7-8.1 cm largo, connatos en la base sin formar un apéndice laminar interpeciolar parecido a una estípula (Fig. 2N); pedúnculos 2.2-10.8 cm largo, brácteas 13.3-14 mm largo, 2.5-12 mm ancho; involucro 10.1-17.9 mm largo, 12.2-18.9 mm ancho, brácteas involucrales externas 7.2-7.8 mm largo, 2.1-2.7 mm ancho, las más internas 7.3-16.3 mm largo, 1.2-1.8 mm ancho; flores radiadas ausentes (Fig. 2O); flores del disco 50-80, rojizas, 5.5-6.6 mm largo, 1.2-2.2 mm ancho, anteras 2.7-3.6 mm largo, base obtusa, ramas del estilo 1.3-1.6 mm largo, cipselas glabras, 2.6-3.2 mm largo.

Hábitat: bosque de pino-encino. Intervalo altitudinal: 1599-2414 m. Floración: agosto a noviembre. Distribución: endémica del estado de Oaxaca (Fig. 1).

Material adicional examinado: MÉXICO. Oaxaca, municipio Ixtlán de Juárez, Ixtlán de Juárez, 5 miles NE of Mexican highway 190 near Oaxaca along road to Ixtlán de Juárez, 26.VIII.1965, *D. E. Breedlove 12202* (ENCB); ca. 10 mi SE of Nochixtlán on rte 190, 19.X.1976, *T. F. Stuessy y R. C. Gardner 4251* (CHAPA, ENCB). Municipio Oaxaca de Juárez, cerro San Felipe, 1.IX.1895, *C. Conzatti y O. González 581* (MEXU); cerro San Felipe, 18.X.1908, *C. Conzatti et al. 2270* (MEXU); cerro San Felipe, 7.IX.1921, *C. Conzatti 4217* (MEXU); hills near Oaxaca, VIII.1894, *C. G. Pringle 4826* (MEXU). Municipio San Andrés Huayápam, cerro Donají, 10.IX.1985, *A. Saynes 853* (MEXU). Municipio San Andrés Nuxiño, 1.3 km N of La Joya on the Huajuapan de León - Oaxaca highway, 8.XI.1990, *J. L. Panero 2097* (MEXU). Distrito de Etla, municipio San Francisco Telixtlahuaca, 13.X.1933, *C. Conzatti 4996* (MEXU); mountain immediately SE of Las Sedas, 23.VIII.1976, *R. L. Hartman y V. Funk 4159* (ENCB). Municipio Santiago Nacaltepec, 11.5 miles N of Telixtlahuaca on road being built to Tehuacan, 6.XI.1966, *W. R. Anderson y C. W. Laskowski 4138* (ENCB). Municipio Zimatlán, Mineral Zavaleta, 30.IX.1931, *C. Conzatti 4715* (MEXU).

Contribución de autores

JLV concibió y diseñó el estudio. AGZ revisó ejemplares de herbario y realizó el escrito con la ayuda de JLV. Todos los autores contribuyeron a la revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y el Instituto

de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México que han proporcionado recursos, tanto económicos como logísticos, para el desarrollo de gran parte de este proyecto. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha otorgado apoyo económico (CVU 164727) a AGZ.

Agradecimientos

A Socorro González, Stephen Koch, Rafael Fernández, Joaquín Cifuentes, David Gernandt y Natividad Herrera, curadores de los herbarios CIIDIR, CHAPA, ENCB, FCME, MEXU y UAGC, respectivamente, por las facilidades brindadas para la consulta de los ejemplares. Guadalupe Segura revisó una versión preliminar del manuscrito y se agradecen sus comentarios. Es igualmente reconocida la hábil y eficiente asistencia técnica de Enrique Ortiz en diversas facetas de la preparación del manuscrito y de Carmen Loyola en la preparación de las imágenes a partir de ejemplares herborizados. Finalmente se agradece a dos revisores anónimos y a Patricia Mayoral por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Literatura citada

Baldwin, B. G. 2009. Heliantheae alliance. In: Funk, V. A., A. Sussana, T. F. Stuessy and R. J. Bayer (eds.). Systematics, Evolution and Biogeography of the Compositae. IAPT. Vienna, Austria. Pp. 689-711.

Bentham, G. 1872. Hooker´s Icones Plantarum 12: 16, t. 1118.

Blake, S. F. 1930. Notes on certain type specimens of American Asteraceae in European herbaria. Contributions from the United States National Herbarium 26: 248.

ESRI. 2010. ArcGIS Desktop 10. Environmental Systems Research Institute. Redlands, USA.

Gaston, K. J. 1994. Rarity. Chapman & Hall. London, UK. 205 pp.

González-Zamora, A., I. Luna-Vega y J. L. Villaseñor. 2007. Redescubrimiento de *Axiniphyllum sagittalobum* (Asteraceae) en la Sierra Madre del Sur y notas de las especies de este género que habitan en el estado de Guerrero, México. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 1(1): 491-498.

JSTOR. 2017. JSTOR Global Plants. http://plants.jstor.org/ (consultado 4 abril 2017)

Panero, J. L. 2007. Compositae: tribe Millerieae. In: Kadereit, J. W. and C. Jeffrey (eds.). Families and genera of vascular plants, vol. VIII. Flowering Plants, Eudicots, Asterales. Springer-Verlag. Berlin, Germany. Pp. 477-492.

Panero, J. L. y V. A. Funk. 2002. Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (Asteraceae). Proceeding of the Biological Society of Washington 115(4): 760-773.

Rasband, W. S. 1997-2016. ImageJ. U.S. National Institutes of Health. Bethesda, Maryland, USA. https://imagej.nih.gov/ij/

Turner, B. L. 1978. Taxonomy of *Axiniphyllum* (Asteraceae-Heliantheae). Madroño 25(1): 46-52.

Turner, B. L. 1987. A new species of *Axiniphyllum* (Asteraceae: Heliantheae) from Durango, Mexico. Madroño 34(2): 165-167.

Zuccarini, J. G. 1832. Plantarum novarum vel minus cognitarum quae in Horto Botánico Herbarioque Regio Monacensi servantur, Fasciculus primus. Abhandlungen der Mathematisch-Physikalischen Classe der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1: 313.

Lista de revisores Acta Botanica Mexicana 1 de mayo de 2016 a 31 de mayo de 2017

Adriana Cortadi
Alba Luz Arbelaez
Alejandro Casas
Alexander Fco. Rojas Alvarado
Alexander Vrijdaghs
Alicia Mastretta-Yanes
Alma Piñeyro Nelson
Álvaro Campos Villanueva
Ana María González
Andrés Eduardo Estrada Castillón
Arturo Mora
Aurelio Ramirez Bautista
Betiana Angulo
Blanca León
Bruno Ferreira
Calixto León Gómez
Carlos Augusto Reynel Rodríguez
Carlos Ostolaza Nano
Carlos Rommel Beutelspacher Baigts
Carlos W. Valera Romero
Carlos Zamora Tovar
Celso Gutiérrez Baez
Clara Hilda Ramos
Cristina García de la Peña
Daniel Tejero Díez
David Hernández Becerril
Diego Pérez Salicrup
Edgar Cabrera Cano
Edmundo Rosique Gil
Eduardo Alanís Rodríguez
Eduardo García Villanueva
Eloy Alejandro Lozano
Emilio Estrada Ruiz
Emmanuel Pérez Cálix
Enrique Martínez Hernández
Esteban Martínez Salas
Fernando Matos
Frédérique Reverchon
Gabriel Sánchez Ken
Gloria Garduño Solórzano
Gonzalo Castillo Campos
Guadalupe Palomino
Ismael Garate Lizarraga
Jaime Ernesto Rivera Hernández
Jerzy Rzedowski Rotter
Jesús Valdés Reyna
Joaquina Albán Castillo
Jorge B. Jiménez
José Ángel Villarreal Quintanilla
José Guadalupe Marmolejo Moncivais
José Guadalupe Martínez Ávalos
José Luis Godínez Ortega
José Luis León de la Luz
José Luis Villarruel Ordaz
José Salvador Flores Guido
Juan Enrique Fornoni Agnelli
Juan Francisco Morales
Lúcia G. Lohmann
Luis Enrique Eguiarte Furns
Luis G. Hernández Sandoval
Luis Huamán Mesía
María del Rosario García Peña
María del Rosario Redonda Martínez
Maarten J.M. Christenhusz
Maira Soledad Vitali
Marco Antonio Guzmán
Margarita Collazo Ortega
Margarita Erna Caballero Miranda
María Angélica Navarro Martínez
María C. Tellería
María del Carmen Mandujano S.
María Fernanda Martínez Velarde
María Manuela Reyes Estebanez
María Torres Colín
Mario Fernando Medina Tombe
Marlene Lapp
Martha Gual Díaz
Martha Martínez Gordillo
Massimiliano Dematteis
Mauricio Cisternas
Michael Sundue
Oscar Soto Arellano
Patrick Di Martino
Paulo Labiak
Pedro Mercado Ruaro
Ricardo Clark-Tapia
Richard Felger
Robbin C. Moran
Rodolfo Solano Gómez
Rodrigo Duno de Stefano
Rosa María Arias Mota
Rosa María Fonseca Juárez
Rosario Medel Ortiz
Rosaura Grether González
Santiago Chacón
Teresa Terrazas Salgado
Thorsten Kroemer
Tuna Uysal

Acta Botanica Mexicana
núm. 120 Julio 2017

abm.ojs.inecol.mx